Phys 330

Phyſikaliſches
Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmſten zur Phyſik gehörigen Begriffe und Kunſtwörter

ſo wohl

nach atomiſtiſcher als auch nach dynamiſcher Lehrart betrachtet

mit

kurzen beygefügten Nachrichten von der Geſchichte der Erfindungen und Beſchreibungen der Werkzeuge

in

alphabetiſcher Ordnung

von

D. Johann Carl Fiſcher

Königl. ordentl. Profeſſor der Mathematik und Aſtronomie zu Greifswald und verſchiedener gelehrten Geſellſchaften Ehrenmitgliede.

Zehnter Theil

als

vierter Supplement-Band. Von Magnet bis Z.

Mit zwey Kupfertafeln in Quart.

Göttingen, 1827.

In der Dieterich'ſchen Buchhandlung.

Thermo - Magnetismus (Thermo - Magnetismus, Thermo - Magnetisme) (N. A.) iſt derjenige Magnetismus, welcher aus ſolchen elektriſchen Strömungen hervorgeht, welche ſich mit Hülfe der Wärme in bloßen feſten Leitern entwickeln. Der Herr D. Seebeck *) hatte entdeckt, daß ſich in den Metallen ein elektriſcher Umlauf durch bloßes Aufheben des Gleichgewichts der Temperatur hervorbringen läßt, ohne daß es nöthig wäre, irgend eine Flüſſigkeit zwiſchen ſie zu bringen. Dieſe Wirkung bewerkſtelligte er auf folgende ſehr einfache Art: es wurden zwey verſchiedenartige Metalle ſo an einander gelöthet, daß ſie einen geſchloſſenen Umlauf bildeten; hiernächſt wurde die Stelle, wo ſie zuſammengelöthet waren, erhitzt, wodurch ſich ein elektriſcher Strom entwickelte, der ſich durch ſeine Wirkung auf die Magnetnadel zu erkennen gab. Dieſe neue Art elektriſcher Umläufe wurden vom Herrn Prof. Oerſted thermo - elektriſche genennt, und, um dieſe von den galvaniſchen zu unterſcheiden, ſchlug er für die letztern den Namen hydro - elektriſche vor. Herr Demonferrand bemerkt, daß ihm dieſe Benennungen nicht ausreichend zu ſeyn ſcheinen, weil ſie diejenigen elektriſchen Ströme nicht begriffen, die in ganz feſten Leitern auch wol noch durch andere Agentien, als die Wärme, hervorgebracht werden könnten. Er ſchlägt daher vor, die elektriſchen Ströme in zwey Gattungen abzutheilen, nämlich in ſolche, welche unter Mitwirken von Flüſſig-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXXIII. S. 430 ff.

keiten gebildet werden, oder hydro-elektriſche, und in ſolche, welche in Syſtemen aus bloßen feſten Körpern entſtehen, die dann, um den Gegenſatz zu bezeichnen, den Namen ſtereo-elektriſche erhalten würden. Von dieſer zweyten Gattung ſeyn bis jetzt die thermo-elektriſchen Ströme die einzigen, deren Daſeyn außer Zweifel geſetzt ſey; wenn indeß die Ströme um die Theile der Magnete wirklich exiſtirten, ſo bildeten ſie eine zweyte Art derſelben Gattung.

Dieſe von Herrn D. Seebeck gemachte Entdeckung wurde beſonders durch Herrn Oerſted auf einer Reiſe, welche er nach Paris machte, an mehreren Orten bekannt, und es wurden dadurch mehrere Phyſiker und Chemiker veranlaßt, dieſe merkwürdige Wahrnehmung zu wiederholen, und ſie zu erweitern. Herr Doebereiner *) zu Jena nahm wahr, daß, wenn eine Wißmuthſtange an beyden Enden mit einem gebogenen Streifen ſtarken Kupferblechs zuſammengelöthet wird, an dieſer Kette ſchon durch die Wärme der Hand oder der Fingerſpitzen, womit man eine der gelötheten Stellen berühret, eine magnetiſch reagirende Kraft erhält, ſo daß eine zwiſchen beyde Metalle gebrachte Magnetnadel zu einer öſtlichen oder weſtlichen Abweichung von 10 bis 15° gebracht wird. Dieſe Abweichungen ſteigen bis 50, 60, ja 70°, wenn man einige Augenblicke lang die Wärme der Flamme einer Spirituslampe auf die gelötheten Stellen wirken läßt, und je nachdem das an der einen oder der andern Stelle geſchieht, wird die Magnetnadel die eine oder die entgegengeſetzte Ablenkung zeigen. Jedoch wurde die magnetiſche Reaction nicht vergrößert, wenn der aus Kupfer beſtehende Streifen oder Draht ſpiralförmig gewunden war.

Der Herr Prof. Oerſted ſelbſt nebſt dem Herrn Baron Fourier in Paris ſtellten gemeinſchaftlich mehrere Verſuche zur Entſcheidung dieſer Frage an: ob die

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXXIII. S. 115.

thermo-elektriſchen Wirkungen durch wiederholte Abwechſelungen von metallenen Stäben aus verſchiedenen Stoffen verſtärkt werden können? *). Der Apparat, welchen ſie zuerſt gebrauchten, beſtand aus drey Stäbchen von Wißmuth, und drey andern von Antimon, welche abwechſelnd an einander gelöthet waren, ſo daß ſie einen zuſammenhangenden thermo-elektriſchen Umlauf, aus drey Elementen, bildeten. In der Länge hatten dieſe Stäbe ohngefähr 12 Centiméter (4½ Zoll), in der Breite 15 Millimeter (6½ Linie) und in der Dicke 4 Millimeter (1,7‴). Dieſer Umlauf wurde horizontal auf zwey Unterlagen gelegt, ſo daß eine Seite des Sechseckes die Richtung der Magnetnadel erhielt, und dann ſo nahe als möglich unter dieſe Seite eine Bouſſole geſtellt. Wurde jetzt eine der gelötheten Stellen mit der Flamme einer Kerze erhitzt, ſo ergab ſich ſchon eine ſehr merkliche Wirkung auf die Magnetnadel. Erhitzte man zwey einander nicht zunächſt liegende Stellen, wo die Stäbe an einander gelöthet waren, ſo nahm die Ablenkung der Nadel bedeutend zu. Erhöhete man endlich die Temperatur der drey abwechſelnden gelötheten Stellen, ſo ward die Wirkung noch mehr verſtärkt.

Nun verſuchten ſie auch den umgekehrten Weg; ſie brachten nämlich durch ſchmelzendes Eis die Temperatur einer oder mehrerer Löthſtellen des Umlaufs auf den Nullpunkt; wo dann natürlich die nicht erkälteten Stellen gegen die andern als erhitzt erſcheinen mußten. Vermöge dieſer Verfahrungsart ließen ſich zwiſchen den Verſuchen Vergleichungen anſtellen.

Durch vereinbarte Wirkung der Flamme mit der des Eiſes, d. h. durch Erhitzung der drey nicht erkälteten Löthſtellen brachten ſie es zu einer beträchtlichen Wirkung; die Ablenkung der Nadel ſtieg jetzt bis auf 60 Grade.

---

*) Annales de chimie et de physique. To. XXII. S. 375 ff. überſ. in Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XLI. S. 48 ff.

Bey weiterer Fortſetzung dieſer Verſuche bedienten ſie ſich eines, aus 22 Wißmuth- und 22 Antimon-Stäben beſtehenden Apparats, worin ſie den Stäben eine weit größere Dicke, als denen des beſchriebenen Sechseckes, gaben, und fanden hiebey das Reſultat, daß jedes Element des Apparats zur Geſammtwirkung beyträgt.

Sie machten nun an einer Stelle eine Unterbrechung in den Umlauf, und ließen an die getrennten Stäbchen kleine Meſſingſchälchen löthen, welche ſie dann mit Queckſilber füllten, um zwiſchen ihren Enden nach Belieben eine Communication mittelſt metalliſcher Dräthe veranſtalten zu können. Ein Kupferdraht von einem Decimeter Länge und einem Millimeter Dicke war beynahe hinreichend, eine vollkommene Communication wieder herzuſtellen. Mittelſt zweyer ähnlichen, an einander gelegten, Dräthe gelang die Wiederherſtellung vollkommen. Ein Draht vom nämlichen Durchmeſſer, aber mehr als einem Meter Länge leitete den Strom noch ziemlich gut fort; während ein Platindraht von einem halben Millimeter im Durchmeſſer und vier Decimeter Länge die Schließung des Kreiſes ſo unvollkommen bewirkte, daß die Ablenkung der Magnetnadel nicht einmal einen Grad ausmachte. Verband man, anſtatt mittelſt des Drahtes beyde offene Enden des Umlauf durch einen, mit einer geſättigten Natrum-Auflöſung befeuchteten Papierſtreifen, ſo war nicht die geringſte, in die Augen fallende, Wirkung wahrzunehmen.

Uebrigens war die Wirkung des complexen elektromagnetiſchen Umlaufs weit geringer als die Summe der iſolirten Wirkungen, welche die nämlichen Elemente hervorbrachten, wenn ſie, jedes für ſich, einen Umlauf bildeten.

Die Verſuche wurden mit Stäben wiederholt, welche eine vierſeitige Figur beſaßen. Zuerſt war der Umlauf ein Rechteck ABCD (Fig. 1.) wovon die eine Hälfte ABD aus Wißmuth und die andere ACD aus Antimon beſtand. Beyde Hälften wurden an einander gelö-

thet, ſo daß zwey Seiten aus Antimon, und zwey aus Wißmuth an einander hafteten. Die Länge der größern Seite betrug 12 Centimèter ($4\frac{1}{2}$ Zoll), die der kleinern 8 (3 Zoll). Mit zwey ſeiner Seiten ward nun dieſer Apparat, in der Richtung der Magnetnadel, horizontal auf Unterſätze gelegt, und auf eine dieſer Seiten die Bouſſole geſtellt. Nach einer gewiſſen Zeit, nach welcher der ganze Apparat einerley Temperatur angenommen hatte, legte man Eis auf eine der beyden, die ungleichartigen Metalle verbindenden, Löthſtellen A. Die Bouſſole zeigte jetzt eine Abweichung von 22 bis 23 Graden, während die Temperatur der Atmosphäre 14 Grad des hunderttheiligen Thermometers betrug. Bey einer Lufttemperatur von 20 Graden beobachtete man eine Ablenkung von 30 Graden.

Hierauf bildete man einen andern Umlauf faſt von derſelben Größe als den vorigen, in welchen aber die entgegengeſetzten Seiten aus dem nämlichen Metall beſtanden; z. B. (Fig. 2.) AB und CD aus Wißmuth, AC und BD aus Antimon. Der Apparat wurde in Wirkſamkeit geſetzt, indem man Eis auf zwey entgegengeſetzte Ecken legte. Die Abweichung der Magnetnadel betrug 30 bis 31 Grade; während unter denſelben Umſtänden der einfache Umlauf die Nadel bloß um 22 bis 23 Grade ablenkte.

Ein anderer Umlauf, deſſen Umkreis die doppelte Länge von der des, beym erſten Verſuch gebrauchten Apparats, hatte, wurde durch Auflegen von Eis in Wirkſamkeit gebracht. Die Ablenkung betrug hier nur 13 bis 15 Grade.

Nun wurde ein anderer Umlauf von derſelben Länge verfertiget; es wurden ihm aber vier Abwechſelungen, oder vier thermo-elektriſche Elemente A, B (Fig. 3.) ertheilt, wo A das Antimon und B das Wißmuth bedeutet. Dieſer Umlauf wurde durch Auflegen von Eis auf die abwechſelnden Löthſtellen in Wirkſamkeit gebracht. Die Abweichung der Magnetnadel betrug jetzt $31\frac{3}{4}$° un-

ter den nämlichen Umſtänden, wo der einfache Umlauf von gleicher Länge des dritten Verſuchs nur eine Ablenkung von 13 bis 15 Grad hervorbrachte. Hieraus und aus mehreren Erfahrungen ergab ſich, daß die Ablenkungen der Magnetnadel, welche durch den thermoelektriſchen Umlauf hervorgebracht werden, mit der Zahl der Elemente wachſen, wenn die Länge des Umlaufs ſich gleich bleibt; daß ſie aber ſchwächer werden in dem Maaße, als die Länge wächſt. Ferner fand ſich auch, daß Elemente von gleicher Länge Umläufe bildeten, welche gleiche Ablenkungen hervorbringen, wie groß auch die Anzahl der Elemente ſeyn mochte. Dieſe Reſultate erhalten ihre Beſtätigung durch Vergleichung der Wirkungen von einem, zweyen, dreyen, vier, ſechs, dreyzehn und 22 Elementen.

Um von complexen Umläufen recht kräftige Wirkungen auf die Magnetnadel zu erhalten, muß man ſie aus ganz kurzen Elementen zuſammenſetzen; wobey jedoch der Nachtheil ſich einſtellte, daß die Temperatur im Umlaufe ſehr ſchnell ins Gleichgewicht kam, wenn nicht die abwechſelnden Löthſtellen, die einen mit einer beſtändigen Wärmequelle, die andern mit einer beſtändigen Quelle von Kälte, in Verbindung gebracht wurden.

Bey Unterſuchung der Wirkungen, welche ein complexer Umlauf äußerte, wenn man zuerſt eine, dann zwey, dann drey u. ſ. w. ſeiner Löthſtellen erhitzte, fand man, durch mehrere Verſuche, folgende mittlere Zahlen:

Die Erkältung einer Löthſtelle allein in einem Umlauf von zwey Elementen brachte eine Wirkung hervor von . . . . 21°
beyder Löthſtellen zugleich . . . $32\frac{1}{2}$°
Die Erkältung einer Löthſtelle in einem Umlauf von drey Elementen . . . . $15\frac{5}{8}$°
zweyer Löthſtellen . . . . $25\frac{7}{8}$°
aller dreyer . . . . . 31°

Die Erkältung einer Löthſtelle in einem Umlauf von vier Elementen	$13\frac{1}{4}°$
zweyer	$19°$
dreyer	$25°$
vier	$31\frac{3}{4}°$
Die Erkältung einer Löthſtelle in einem Umlauf von ſechs Elementen	$9°$
der zwey erſten	$13\frac{3}{4}°$
der drey erſten	$18\frac{1}{2}°$
der vier erſten	$22°$
der fünf erſten	$25\frac{2}{3}°$
aller ſechs	$28\frac{2}{3}°$

Aus dieſen Verſuchen ließ ſich ſchließen, daß die Ablenkung, welche die erſte erkältete Verbindungsſtelle erzeugt, nahe ausgedruckt wird durch den doppelten Quotienten, welchen man erhält, wenn man die totalen Ablenkungen, welche durch die Kette hervorgebracht werden, wenn alle Elemente in Thätigkeit geſetzt ſind, durch die Anzahl der Elemente + 1 dividiret. Eben ſo ſchien zu erhellen, daß die andern Zahlen dem Werthe des einfachen Quotienten ſehr nahe kommen; doch ſcheinen ſie eine abnehmende Reihe zu bilden.

Der Herr Akademiker, Ritter v. Yelin zu München hat ſeiner Anzeige zu Folge [α]), noch ehe er von den Verſuchen des Herrn Seebeck eine Notiz erhalten hatte, dieſelbe Entdeckung gemacht, und zwar zuerſt an einem einfachen Kupferbogen. Seine erſten Verſuche, welche er nicht allein mit Bogen aus Kupfer, ſondern mit verſchiedenen andern Metallen angeſtellt hatte, machte er der Akademie zu München den 11ten Januar 1823 bekannt [β]). Nach der Zeit, als er durch den Herrn Prof. Oerſted eine nähere Kenntniß von den Seebeck'ſchen Bemühungen erhielt, wurde er beſonders

---

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXXIII. S. 432.

β) Ebendaſelbſt. S. 361 ff.

gereizt, eine zahlreiche Reihe von Verſuchen mit Bogen und Stangen aus Gold, Platin, Silber, Eiſen, Kupfer, Zinn, Zink, Bley, Antimon und Wißmuth anzuſtellen *). Es ſchien ihm, daß bey den Bogenverſuchen des Herrn Seebeck die Wärme eine vorzüglich weſentliche Rolle ſpiele; dieſerwegen verſuchte er nun, ob nicht auch geſchloſſene Bogen aus einerley Metall, auf ungleiche Weiſe erwärmt, die natürliche Elektricität der Metalle löſen und in Bewegung bringen würden. Es hatte zwar auch bereits Herr Seebeck gefunden, daß ein thermo-elektriſcher Strom in einem einzigen Metalle erregt werden könne; es ſchienen ihm aber hiezu nur ſolche Metalle zu taugen, deren Gefüge ſehr merklich kryſtalliniſch iſt, ſo daß es dem Anſchein hatte, als ob die verſchiedenen Theile eines Kryſtalls die Rolle zweyer verſchiedener Metalle ſpielten. Dagegen zeigte der Herr v. Yelin und nach der Zeit beſonders Becquerel, daß in einem einzigen Metalle ein elektriſcher Strom erhalten werden könne, ſein Gefüge mag kryſtalliniſch ſeyn, oder nicht. Es ſey nämlich (Fig. 4.) ABCDEM ein etwa 5‴ breiter, ½‴ dicker und 10 Zoll langer abgeſchloſſener Bogen von Kupferblech oder Zinkblech, welcher bey B hart eingelöthet, oder, um alles fremdartige Metall zu entfernen, dicht und feſt durchgeniethet iſt. Erwärmt man nun den Theil AB über einer Wachskerze, bis die Wärme zwiſchen C und D ſtark in der Hand gefühlet wird, und taucht alsdann den Theil CDEM des Bogens in kaltes Waſſer, um in ihm eine verſchiedene Wärme von der der andern Hälfte zu erregen, ſo zeigt der ganze Bogen deutliche und beſtimmte elektro-magnetiſche Wirkungen, und zwar ſo wol in entgegengeſetzten Lagen gegen den N- und S-Pol, als auch über und unter der Nadel mit dem erwärmten oder dem kalten Ende vorwärts, auf entgegengeſetzte Weiſe.

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXXIII. S. 415 ff.

Nun änderte v. Yelin Seebeck's Verſuch dahin ab, daß er zwey verſchiedenartige, bloß mit der warmen Hand feſt an einander gedruckte Metalle z. B. Wißmuth und Kupfer, Zink und Kupfer u. ſ. f. auf die Magnetnadel wirken ließ. Der zwiſchen den Fingern erwärmte Theil der beyden Flächen wendete die Nadel im verkehrten Sinne gegen den um 180° abſtehenden Punkt der beyden Platten.

Nachdem v. Yelin auf ſolche Art wahrgenommen hatte, daß die Wirkung nicht von der Figur der Metalle abhange, ſo fieng er zu hoffen an, daß überhaupt jedes Metall ſchon für ſich allein elektro-magnetiſch wirken werde, ſobald es nur an zwey verſchiedenen Punkten unter ziemlicher Wärmedifferenz ungleich ſtark erwärmt werden würde, und er entdeckte

1. daß alle Metalle ohne Ausnahme, ſo bald ſie an zwey Stellen ungleichen Temperatur-Graden ausgeſetzt ſind, zu Magne-Motoren werden, und zwar verhältnißmäßig deſto ſtärker, je größer in beyden Stellen ihre Wärmedifferenz iſt.

2. Daß ſich bey dieſer Magnetiſirung durch Wärme Eigenthümlichkeiten zeigen, durch welche ſie ſich von dem durch Oerſted entdeckten Elektro-Magnetismus weſentlich auszeichnet, weswegen er auch ſie zum Unterſchied derſelben Thermo-Magnetismus nenne.

a. Man nehme einen Stab aus Wißmuth, oder Antimon, Kupfer, Zink, Silber u. ſ. f. oder einem andern der bisher ſo genannten unmagnetiſchen Metalle, erwärme in der Hand, oder beſſer im kochenden Waſſer oder über einer Lichtflamme, die eine Hälfte deſſelben, während die andere Hälfte durch kaltes oder Eis-Waſſer kalt erhalten wird; ſo wirkt nun der ganze Stab auf die Magnetnadel und es wird die eine Hälfte den Nordpol der Nadel, unter welchen ſie gebracht worden iſt, gegen Oſt ablenken, während die andere Hälfte denſelben gegen Weſt zu drehen.

b. Man erhitze die Mitte des Stabes, während die beyden Enden kalt bleiben. Schiebt man dann nach und nach die Stange mit dem einen kalten Ende voran die Magnetnadel von N gegen S zu durch, ſo wird am vordern kalten Ende der Nordpol gegen Weſt, am warmen mittleren gegen Oſt, und gegen das andere kalte Ende zu wieder gegen Weſt abgelenket.

c. Drehet man den Stab um, und bringt das andere kalte Ende voran, indem man wiederum den Weg unter der Nadel von N gegen S zu nimmt, ſo erfolgt alles eben ſo, wie in (b).

d. In allen Fällen bringt die Lage des in der Mitte erwärmten Stabes, je nachdem ſie unter der Nadel die eine oder die umgekehrte hat, bey ſonſt gleichen Umſtänden entgegengeſetzte Ablenkungen der Pole der Magnetnadel hervor.

e. Ein Stab, welcher die mittlere Temperatur z. B. 14 bis 15° Reau. hat, werde an ſeinem Ende nicht erwärmt, ſondern in eine kaltmachende Miſchung gelegt; ſogleich zeigen ſich, je nach der Natur des Metalls mehr oder minder ſtarke, magneto-motoriſche Wirkungen.

f. Wißmuth wirkt unter übrigens gleichen Umſtänden am ſtärkſten, Bley am ſchwächſten auf die Magnetnadel. Vor der Hand glaubte v. Yelin die Reihe der Wirkſamkeit für die einzelnen Metalle alſo annehmen zu können: Wißmuth; Antimon; Zink; Silber; Kupfer; Platin; Meſſing; Gold; Zinn; Bley. Nach Herrn Cumming's Verſuchen ſind ſie etwas anders geordnet, wie nachher angezeigt werden ſoll.

g. Stäbe, 7 Zoll bis 1 Fuß lang und 5 bis 6 Linien ins Gevierte, wirkten alle ziemlich ſtark; und ſchon Stäbchen von $2\frac{1}{2}$ Zoll lang und $\frac{1}{4}$ Zoll dick von Silber, Platin, Kupfer, Zink, zeigten deutliche Wirkung.

h. Alle folgende Verſuche waren mit Stäben von Wißmuth von 7 Zoll Länge angeſtellt, deren Querſchnitte die in Fig. 5. unter A bis G angezeigten Ge-

ſtalten und eine ſolche Größe hatten, daß ſich jeder in einen Kreis von 1 Zoll Durchmeſſer einſchreiben ließ. Die Buchſtaben O, W bezeichnen die Abweichung, welche der Nordpol der Magnetnadel von den Stäbꝛn nach Oſt oder nach Weſt in den Verſuchen erlitt, wenn das erwärmte Ende des Stabes unter der Nadel, mit der Seite, an welcher der Buchſtabe ſteht, aufwärts, von N nach S dergeſtalt lag, daß ſich die Axe der Nadel in einerley Vertikalebene mit der Axe des Stabes befand.

i. Beym Vergleiche dieſer Wirkungen mit denen, welche ein Oerſted'ſcher Schließungsdraht von demſelben Querſchnitt auf eine Magnetnadel äußern würde, zeigte ſich zwar, wenn, wie in B, C, D und G, die ganze eine Hälfte des Querſchnittes auf die verkehrte Weiſe als die andere wirkt, nichts, was einen thermo-magnetiſchen Stab von einem elektro-magnetiſchen unterſchiede. Bey Querſchnitten der Stäbe dagegen, von Geſtalten, wie A, E und F, zeigten ſich Eigenthümlichkeiten in den Erſcheinungen, wodurch ſich die Wirkung der erwärmten Metallſtäbe von dem des drehbaren Schließungsdrahtes oder elektriſch-magnetiſchen Leiters auszeichnet, und dadurch den Namen Thermo-Magnetismus rechtfertigen. Uebrigens bemerkt v. Yelin, daß die Erſcheinungen an den Stäben A und E den Anſichten entſprechen, welche Prechtl über Oerſted's Verſuche zuerſt aufgeſtellt habe, und es ſeyn beſonders die Wirkungen an dem runden Stabe E denen des von ihm angegebenen mehraxigen Transverſal-Magneten in allen Stücken ähnlich. Dagegen paſſe dieſe ſeine Anſicht wiederum auf keine Weiſe zu Erklärungen der Erſcheinungen an den Stäben B, C, D und G.

k. Aus allen Umſtänden erhelle, daß das Gefüge der kleinſten Theilchen im Innern der gegoſſenen Stäbe, mithin die Kryſtalliſation derſelben, auf die Bildung, Anzahl, Lage, und Aeußerung gewiſſer magnetiſcher Kraftlinien Einfluß gewonnen habe, durch deren Annahme die Erſcheinungen bey den Stäben A, E und F genügend erklärt wer-

den könnten. Und in ſo fern erſcheine dieſe erſte Kenntniß über den Thermo-Magnetismus nicht ohne Wichtigkeit, da er uns die erſten Blicke in das noch ganz dunkele Gebiet der Kryſtall-Elektricität und Kryſtallbildung zu gewähren ſchiene.

l. Daß aber die bey der Erwärmung der Metallſtangen ſich bildenden magnetiſchen Axen oder Kraftlinien mit der Art und Weiſe, wie eine ſolche Metallſtange nach dem Guſſe erſtarret, und in ihren kleinſten Theilchen ſich kryſtalliniſch geſtaltet, weſentlich zuſammenhange, zeigten die Reſultate folgender Verſuche:

α. es wurden zwey gleich große, 1 Zoll dicke und 7 Zoll lange cylindriſche Stäbe aus Wißmuth gegoſſen, wovon der erſte unmittelbar nach dem Guſſe mit der Gießflaſche in kaltes Waſſer geworfen wurde, der andere aber langſam erkaltete. Der erſtere bekam an zwey gegenüber liegenden Stellen Riſſe und eine wulſtartige Aufblähung in der Mitte; der letztere blieb in allen Theilen ganz. Der ſchnell erkaltete Stab war auf der Seite, wo der Einguß geſchah, polariſch genau in zwey Hälften getheilt, ſo daß dieſes Einguß-Ende mit der einen Hälfte den Nordpol der Nadel beym Erwärmen nach Oſt, beym Erkalten nach Weſt ablenkte; mit der andern Hälfte aber beym Erwärmen nach Weſt, beym Erkalten nach Oſt. Das entgegengeſetzte, beym Gießen zu unterſt befindliche Ende des Stabes hatte dagegen vier ziemlich gleich abgetheilte Regionen, welche den Nordpol der Nadel, die erſte z. B. nach Oſt, die zweyte angrenzende nach W, die dritte nach O und die vierte wieder nach W, ablenkten.

β. Die beyden Enden des langſam erkalteten Wißmuthſtabes ſtellen E und F vor, und zwar F das obere, am Einguſſe befindliche, und E das untere Ende. Das obere iſt ebenfalls in zwey jedoch ungleiche Polaritäts-Hälften getheilt, wovon der einen (bey Erwärmung dieſes Endes der Oſtpartie) etwa 90°, dem andern (der Weſtpartie) 270° zukamen. Das untere Ende war dagegen 6polig, ſo daß etwa der ſtärkſten mit W bezeich-

neten Abtheilung 95°, der folgenden Oſtpartie 62°, der angrenzenden Weſtzone 57°, der nächſtfolgenden Weſt-Abtheilung 48°; der folgenden öſtlich-wirkenden 42° und der 6ten Oſtzone 56° angehörten.

γ. Von beyden Stangen erkaltete jederzeit das obere Ende am Eingusſe, wo es der Luft am längſten ausgeſetzt war und das Metall weniger compakt iſt, zuerſt, und das untere langſamer. An dem untern iſt daher das Gefüge der kleinſten Theilchen ausgebildeter und regelmäßiger geordnet. Beyde Stangen haben darum oben die wenigſten, unten die meiſten Pole, und die ſchnell erkaltete hat deren nur vier, die langſamer abgekühlte ſechs.

δ. Die Wirkungen ſind ihrer Stärke nach, der Größe der Zonen ziemlich proportional, ſo daß z. B. die 270° einnehmende, bey weitem ſtärker auf die Nadel wirkt, als die nur 90° ausgedehnte.

Auch hatten ſich mehrere Holländiſche Phyſiker, die Herren van Beeck, Moll und General-Major Baron van Zuylen van Nyevelt, vereinigt, mehrere Verſuche über den Thermo-Magnetismus anzuſtellen, welche zum Theil die bereits angeführten beſtätigen, zum Theil unter einem neuen Geſichtspunkte hervorgegangen ſind, und beſonders zur Aufhellung dieſes neuen Gegenſtandes geeignet ſind *).

Auf ein viereckiges Stäbchen Antimon, 2 Decimeter ($7\frac{1}{2}$ Zoll) lang und 13 Millimeter ($5\frac{1}{2}$ Linien) breit, wurde ein Streifen Kupfer von gleicher Breite und etwas größerer Länge, der viermal rechtwinklicht gebogen war, an den beyden Enden mit Bändern von dem nämlichen Metalle ſo befeſtigt, daß der mittlere Theil mit den Antimon-Stäbchen parallel ging; der ganze Apparat wurde hiernächſt horizontal geſtellt, ſo daß die Axe des Antimon-Stäbchens ſich in dem magnetiſchen Mittagskreiſe befand, und zwiſchen die beyden Metalle auf dem Antimon-Stäbchen eine kleine Bouſſole gebracht, deren Magnetnadel

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXXIII, S. 433 f.

5 Centimeter (1, 8 Zoll) lang war, und folglich jezt den Kupferſtreifen über ſich hatte. Wurde nun das nördliche Ende des Apparats mit einer Weingeiſtlampe erhitzt, ſo zeigte ſich, ſo bald die Flamme den Metallen Wärme mitzutheilen anfieng, in der Nadel eine ziemlich ſtarke weſtliche Ablenkung, welcher bey weiterer Erwärmung bald ihr Maximum (68°) erreichte, und dann wieder abnahm, welches leztere erfolgte, ſo bald das Stäbchen über die Hälfte merkbar erhitzt war, und mithin nun eine gleichmäßig erhöhete Temperatur zu bekommen anfieng. Wurde die Bouſſole nicht zwiſchen die beyden Metalle, ſondern auf den Kupferſtreifen geſezt, ſo zeigte bey gleichem Verfahren die Magnetnadel eine öſtliche Ablenkung, deren Maximum nur 34° betrug. Auch war die Ablenkung zwiſchen den beyden Metallen öſtlich, und ſtieg in ihrem Maximum bis auf 68°, wenn das Südende des Apparats erhitzt wurde.

Als mit dem Antimonſtäbchen, ſtatt des Kupferſtreifens auf dieſelbe Art Streifen von Zink oder Zinn verbunden wurden, entſtand in der zwiſchen die beyden Metalle auf das Antimon geſtellten Bouſſole weſtliche Ablenkung bey nördlicher, und öſtliche Ablenkung bey ſüdlicher Erwärmung des Apparats.

Es wurden ferner ein dünner Streifen Kupfer und ein Streifen Zink, jeder 32 Centimeter (12 Zoll) lang und 15 Millimeter ($6\frac{1}{2}'''$) breit an ihren beyden Enden mittelſt kleiner kupferner Nägel auf einander befeſtigt, nachdem ſie ſo gebogen waren, wie fig. 6 zeigt; dieſer Apparat wurde horizontal in den magnetiſchen Mittagskreis geſtellt, und die Bouſſole zwiſchen die beyden Metalle auf den Kupferſtreifen geſezt, ſo daß der Zink ſich über der Magnetnadel befand. Bey nördlicher Erwärmung der vereinigten Metalle über einer Weingeiſtlampe erfolgte eine öſtliche, bey ſüdlicher Erwärmung aber eine weſtliche Ablenkung der Nadel. Bey dieſen, ſo wie bey den übrigen folgenden Verſuchen, war die Ablenkung entgegengeſezt, wenn entweder die Bouſſole oben auf den

Apparat geſtellt, oder die entgegengeſetzte Seite des Apparats erhitzt wurde.

Zwey eben ſo mit einander verbundene Zink- und Silber-Streifen bewirkten, wenn die Bouſſole zwiſchen den beyden Metallen auf dem Zink und unter dem Silber ſtand, bey nördlicher Erwärmung eine öſtliche, bey ſüdlicher Erwärmung eine weſtliche Ablenkung der Nadel.

Daß der bloße Unterſchied der Temperatur der Theile der verbundenen Metalle die wahre Urſache dieſer ſonderbaren Erſcheinung ſey, wurde beſonders durch folgenden Verſuch erwieſen: Der in dem erſten Verſuche beſchriebene Apparat aus Antimon und Kupfer wurde an dem einen Ende in die warme Hand genommen, und mit dem andern Ende in eine erkaltende Miſchung verſchiedener Salze getaucht, welche die Temperatur bis 26° Fahr. herabbrachte. Es erfolgten dieſelben Erſcheinungen wie zuvor mittelſt der Weingeiſtlampe; die Magnetnadel zeigte eine öſtliche Abweichung, wenn, während das Kupfer über ihr war, das nach Norden gerichtete Ende der Streifen erkältet wurde.

Herr Becquerel *) gebrauchte bey ſeinen thermo-elektriſchen Verſuchen ſehr feine Metalldrähte, um die erhöheten Temperaturen deſto leichter hervorzubringen. Vorzüglich war ihm auch darum zu thun, die Einwirkung des thermo-elektriſchen Umlaufs auf die Magnetnadel recht anſchaulich zu machen. Er verfertigte ſich daher aus Meſſingdrähten, reinem Kupferdraht, Platindraht und Silberdraht Multiplikatoren, und drehete die beyden Enden der Drähte von dieſen Multiplikatoren in Spiralen auf, um auf eine größere Anzahl von Punkten einwirken zu können, während der Durchmeſſer der Drähte ohngefähr ein halbes Millimeter ausmacht. Wurde nun die eine dieſer Spiralen in der

*) Annales de chimie et de physique. B. XXIII. S. 135. überſ. in Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XXXIX. S. 453 ff.

Flamme einer Spiritusſlampe rothglühend gemacht, und ſie alsdann der andern, welche in gewöhnlicher Temperatur ſich befand, genähert und in Berührung gebracht, ſo erfolgte ſogleich eine Ablenkung der Magnetnadel von ihrer Richtung; trennte er hierauf die beyden Spiralen und erneuerte den Contact am Ende jeder Oscillation, ſo konnte er auf dieſe Art ſehr große Abweichungen der Magnetnadel erhalten. Der elektriſche Strom durchläuft den Kreis von dem nicht roth glühenden Ende zu dem, welches glüht; d. h. die poſitive Elektricität geht von dem erſtern aus. Nach Becquerel beweiſen alſo dieſe Verſuche, daß zwey Theile ein und deſſelben Metalles, wenn ſie unter ſich eine hinreichende Temperaturverſchiedenheit erhalten haben, durch ihren gegenſeitigen Contact entgegengeſetzte elektriſche Zuſtände annehmen. Dieſe elektriſche Differenz iſt aber bey den einzelnen Metallen verſchieden; z. B. beym Platina muß eine der Spiralen bis zum Kirſchrothglühen erhitzt werden, und die andere in gewöhnlicher Temperatur bleiben; beym Kupfer iſt es nicht nöthig die Temperatur ſo weit zu erhöhen, die Entwickelung der Elektricität findet oft ſchon beym anfangenden Rothglühen ſtatt. Um gehörige Temperaturverſchiedenheiten zu erhalten iſt es gut, zwey Drahtenden von ungleichem Durchmeſſer zu gebrauchen, vorzüglich bey Platina.

Ob es nun gleich ausgemacht iſt, daß, wenn man die beyden Enden eines Drahts vereiniget und jedem von ihnen den hinreichenden Wärmegrad giebt, um beyde in einen entgegengeſetzten elektriſchen Zuſtand zu verſetzen, man einen anhaltenden elektriſchen Strom erhält; ſo iſt nach den Verſuchen des Herrn Becquerel dieſe Aufgabe bey allen metalliſchen Subſtanzen doch nicht leicht zu löſen. Man vereinige nämlich die beyden Enden eines Kupferdrahtes durch zwey an ihren Spitzen angebrachte Häkchen, und halte dieſelben in die Alkoholflamme bis ſie gleichmäßig rothglühend werden, ſo

wird keine elektriſche Wirkung entſtehen. Wenn dagegen ein Theil des Drahtes rechts oder links von den Vereinigungspunkten rothglühend gemacht wird, ſo wird in kurzer Zeit in der ganzen Länge des Drahtes ein elektriſcher Strom entſtehn, welcher von dem Ende, deſſen Temperatur weniger erhöhet war, zu dem andern geht. Dieſer Strom ſcheint, ſo wie die Temperatur des Drahtes erhöhet wird, zuzunehmen, und es tritt ein Augenblick ein, wo die Magnetnadel eine Abweichung von wenigſtens 50 bis 60° zeigt.

Um die Aenderung der Richtung des Stromes wahrzunehmen, macht man anfangs einen Theil des Drahtes in einer kleinen Entfernung von den Vereinigungspunkten der beyden Spitzen rothglühend, und bringt nach und nach die Flamme bis zu dieſen Punkten, und zuletzt auch darüber hinaus. Bey dieſer Operation vermehrt ſich der elektriſche Strom unaufhörlich, nimmt dann ab, wird Null, und beginnt wieder in umgekehrter Richtung.

Alle dieſe Wirkungen erfolgen nur, wenn die Temperatur der nahe an der Verbindung beyder Enden gelegenen Punkte hinreichend erhöht wird; denn in einer weitern Entfernung hört der elektriſche Strom auf bemerkbar zu werden, ob es gleich auch im letztern Falle Mittel giebt, denſelben hervortreten zu laſſen, wovon nachher.

Nahm Becquerel ſtatt des Kupferdrahtes Platindraht von einem halben Millimeter im Durchmeſſer, und verband die beyden Enden deſſelben eben ſo, wie beym Kupferdraht, mittelſt ein Paar Häkchen, brachte hiernächſt die Temperatur der an ihre Verbindung angrenzenden Punkte bis zum Rothglühen, jedoch mit der Vorſicht, nur auf einer Seite links oder rechts zu erhitzen; ſo war kein merklicher elektriſcher Strom wahrzunehmen. Der zuſammenhangende Platindraht verhielt ſich *alſo* hier nicht wie der Kupferdraht, der unter denſelben Umſtänden auf die Magnetnadel wirkte. Wie

der Kupferdraht verhielt ſich auch beynahe der Stahldraht; denn bey dieſen beyden Metallen trat der elektriſche Strom ſchon unter der Rothglühehitze hervor. Herr Becquerel ſetzt die angeführte Wirkung des Platindrahtes in die verſchiedene Einwirkung der Wärme auf den Platin- und Kupferdraht. Der Platindraht erfordert nämlich einen höhern Wärmegrad, zur Erregung eines elektriſchen Stroms, als der Kupferdraht; wird alſo ein Theil des Platindrahtes in der Nähe der Verbindung beyder Enden durch eine Spirituslampe erhitzt, ſo iſt die Temperaturverſchiedenheit an beyden Enden weit geringer, als wenn das eine rothglühend gemacht worden und das andere in gewöhnlicher Temperatur geblieben wäre, welches aber eine nothwendige Bedingung zur Entwickelung der Elektricität iſt. Wenn man dagegen an den dem Feuer zunächſt liegenden Theil einen kalten und gut die Wärme leitenden Körper legt z. B. ein Stück irgend eines Metalles: ſo wird dadurch eine plötzliche Erkältung bewirkt und der Verſuch zeigt, daß nun ein elektriſcher Strom entſteht. Beym Kupfer und Stahl aber ſcheint eine geringere Temperaturverſchiedenheit zur Entwickelung der Elektricität erforderlich zu ſeyn. Herr Becquerel konnte bey den möglichſt größten Vorſichten keinen andern Grund zur Entwickelung eines elektriſchen Stroms durch Wärme in den Metallen auffinden, als einzig und allein durch eine Temperaturverſchiedenheit an den beyden vereinigten Enden derſelben.

Nun ſuchte auch Herr Becquerel, ſo wie dies zuerſt die Herren Fourier und Oerſted mittelſt des Zuſammenlöthens mehrerer Stäbe aus zwey verſchiedenen Metallen gethan hatten, einen zuſammengeſetzten Umlauf aus einem einzigen Metalle zu conſtruiren, welcher ähnliche Erſcheinungen wie bey einer Volta'ſchen Säule darſtellt. Die Einrichtung einer ſolchen aus Kupferdrähten gebildeten elektriſchen Säule iſt noch Becquerel folgende: Man befeſtige zwey Glasröhren (Fig. 7.)

AB und A′B′ in paralleler Richtung auf vier vertikalen Glasfüßen; drehe einen Draht αb um A′B′ ſo, daß zwey Enden αc und cb auf beyden Seiten vorragen; das Ende von cb biege man zu einem kleinen Haken, und hänge daran einen zweyten jenem erſten gleichen Kupferdraht, den man eben ſo um AB aufwickelt; dieſer habe bey e ein Häkchen; und ſo kann man die Verbindung der Dråhte ſo oft fortſetzen, als man Glieder einer Volta'ſchen Batterie haben will. Nun ſtelle man abwechſelnd links und rechts von den Vereinigungspunkten Alkohollämpchen, und es wird bald eine ſolche Entwickelung der Elektricität eintreten, als zur Bildung einer Säule nöthig iſt, und wenn ſonſt nichts im Wege iſt, wird die Vertheilung dieſes Fluidums eben ſo ſeyn, als ſie Volta entdeckte. Hiernach würde man alſo bey Anwendung von drey Dråhten, wenn man die auf jeder Seite der Vereinigungspunkte zu Folge einer beſtimmten Temperaturverſchiedenheit, entwickelten Elektricitäten durch + 1 und — 1 ausdruckt, folgendes Reſultat erhalten:

1. Draht 2;
2. — 0;
3. — 3;

Bey der Verbindung von vier Dråhten würde man haben

1. Draht — 3;
2. { erſte Hälfte — 1; / zweyte — 0;
3. { erſte Hälfte 0; / zweyte — + 1;
4. + 3; u. ſ. f.

Damit aber eine ſolche Vertheilung der Elektricität erfolge, wäre es nöthig, daß die Temperaturverſchiedenheit der beyden vereinigten Enden beſtändig wäre und ein beſtimmtes Maximum erreichte. Allein ſo iſt es nicht, vorzüglich wenn die Dråhte etwas dick ſind; denn derjenige Theil, welcher nicht in die Flamme ge-

halten wird, aber doch ihr ſehr nahe iſt, erhitzt ſich nach und nach, und erhält zuletzt eine Temperatur, die nicht mehr ſo verſchieden von derjenigen iſt, welche der der Flamme unmittelbar ausgeſetzte Theil erhält, mithin nach und nach die Elektricitätsentwickelung ſchwächer werden muß. Dies iſt eine Urſache, welche es hindert, daß eine Verbindung von Kupferdrähten eine ſolche Vermehrung der elektriſchen Wirkungen hervorbringen kann, wie bey einer Volta'ſchen Säule eintritt; gleichwol nimmt man eine deutliche Vermehrung in der Stärke des elektriſchen Stroms wahr, wenn die beyden Enden mit denen des Multiplikators in Verbindung gebracht werden.

Wurde dieſe Batterie mit Platindrähten von verſchiedener Stärke verfertigt, ſo mußte man wechſelsweiſe ein dickes und ein dünnes Ende verbinden. Drey Verbindungen ſolcher Drähte, welche $\frac{3}{4}$ und $\frac{1}{5}$ Millimeter im Durchmeſſer hatten, bewirkten an der Magnetnadel des Multiplikators eine Abweichung von 10°.

Nach Becquerel reicht ſchon ein einziger Platindraht hin, eine elektriſche Batterie damit zu conſtruiren; man darf nämlich nur jedes Ende eines ſolchen Platindrahtes mit den Enden des Multiplikatordrahtes verbinden, dann irgend einen Theil deſſelben rothglühend machen, und ein Stück kaltes Metall daran bringen, um eine plötzliche Kälte auf einer Seite hervorzubringen. Würde man daher den Platindraht an mehreren Orten rothglühend machen, und auf eine zweckmäßige Art Erkältungsmittel anwenden, ſo würde man auch die Stärke des elektriſchen Stromes vermehren. Indeſſen bemerket Herr Becquerel ganz richtig, daß dieſe Art elektriſcher Säulen im Großen ſchwerlich benutzt werden könnten, weil es mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden ſey, hinreichende Temperaturverſchiedenheit bey dem in die Flamme gehaltenen und dem anliegenden Theile hervorzubringen.

Herr Cumming *) in England hat ebenfalls mehrere Verſuche über den Thermo-magnetismus angeſtellt, und dadurch beſtätigt, daß alle Metalle, ſelbſt Queckſilber nicht ausgenommen, eine Ablenkung der Magnetnadel bewirken, wenn die entgegengeſetzten Enden verſchiedene Temperatur beſitzen. Hiebey war es gleichgültig, ob die zuſammengeſetzten Drähte durch Löthung, Vernietung oder bloße Berührung vereint waren. Nach mehreren Verſuchen war die Reihenfolge der Leiter nach ihrer thermo-elektriſchen Wirkſamkeit folgende:

1.	Bleyglanz	10.	Rhodium
2.	Wißmuth	11.	Gold
3.	Queckſilber / Nickel	12.	Kupfer
		13.	Iridium und Osmium
4.	Platin	14.	Silber
5.	Palladium	15.	Zink
6.	Kobalt / Mangan	16.	Kohle / Graphit
7.	Zinn	17.	Eiſen
8.	Bley	18.	Arſenik
9.	Meſſing	19.	Antimon.

Ein Wißmuthſtab 4,5″ lang, 0,5″ breit und $\frac{1}{8}$″ dick erzeugte beym Schmelzpunkte des Wißmuths eine poſitive Ablenkung von 21°, während die Magnetnadel 4,5″ lang war; bey 180° und 100° Fahrenh. waren die Ablenkungen respect. 12° und 5°, wobey das kühlere Ende die Temperatur von 60° hatte. Ein ähnlicher Antimonſtab erzeugte bey der ſtärkſten Hitze einer Weingeiſtlampe eine negative Ablenkung von 19°. Erhielt man das eine Ende dieſer Stäbe in der conſtanten Temperatur von 60° Fahr. und ließ auf dem andern einige Tropfen Aether verdunſten, ſo wurde ebenfalls die Magnetnadel aber in entgegengeſetzter Richtung aus dem Meridian abgelenkt. Ein Palla-

*) Annals of Philosophy. Juny 1823. S. 427-429. überſ. in Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XL. S. 312 ff.

diumſtreifen, der 35 Gran wog, an welchem Silberdraht befeſtigt war, wurde an einem Ende bis zum Rothglühen erwärmt, er erzeugte bey einer kleinen Magnetnadel eine poſitive Ablenkung von 70°, mit Platindrähten eine negative von 10°. Ein ähnlicher Platinſtreifen erzeugte mit Silberdrähten eine poſitive Ablenkung von 65°, mit Platindrähten eine negative von 4°. Ein Zinkſtab mit Kupferdraht gab eine negative Ablenkung von 45°; derſelbe Stab mit Zinkdrähten gab eine Ablenkung von 2°; mit Silberdraht eine Ablenkung von 2° und mit Eiſendrähten eine Ablenkung von 3°; alle poſitiv; aber mit Platindrähten eine negative Ablenkung von 50°. Ein Kupferſtab mit Zinkdraht gab eine Ablenkung von 20°, mit Kupferdraht eine von 10° und mit Silber eine von 30°, alle poſitiv; aber mit Platindraht eine negative von 18°. Ein kleiner Silberſtab gab mit Silberdraht eine poſitive Ablenkung von 20°, aber mit Platindraht eine negative von 50°, beyde beym Rothglühen. Ein Meſſingdraht gab mit Platindraht eine negative Ablenkung von 10°, mit Silberdraht eine poſitive von 20°, mit Meſſingdraht eine poſitive von 15°, mit Zinkdraht eine poſitive von 25°. Ein Eiſenſtab mit Meſſingdraht erzeugte bey der Hitze von zwey Lampen eine negative Ablenkung von 45°; eben ſo entſtand bey Platindraht eine negative Ablenkung. Zwey zuſammengeſetzte Drähte, von welchen jeder aus einem Platina- und Silberdraht beſtand, die an ihrem Ende zuſammengelöthet waren, wurden eingenietet in einen kupfernen Stab; waren die Silberenden an den Stab genietet, ſo war die Ablenkung poſitiv; waren es die Platinenden, ſo war ſie negativ; wurden aber die Platinenden bis zu einem halben Zoll verkürzt, ſo wurde die Ablenkung wieder poſitiv. Queckſilber in eine 8 Zoll lange, und 0,5 Zoll im Durchmeſſer haltende Röhre eingeſchloſſen gab bey der Temperatur 170° und 115° Fahr. die correſpondirenden Ablenkungen 8° und 3°

an der kleinen Magnetnadel. Ein doppelter Stab von 8″ Länge, welcher dadurch zuſammengeſetzt wurde, daß man in der Mitte einen Wißmuth- und Antimonſtab zuſammenlöthete, wurde an beyden Enden erhitzt, und in der Mitte bey der Temperatur von 60° Fahr. erhalten; hier fand beym Schmelzpunkte des Wißmuths eine poſitive Ablenkung von 36° an der größten Magnetnadel ſtatt. Eine Miſchung von Wißmuth und Antimon erzeugte eine negative Ablenkung der größern Nadel von 3°; verſtärkte man die Hitze, ſo kehrte ſie zu Null zurück und beym Schmelzpunkte des Stabes wurde ſie 4° poſitiv. Ein Wißmuthſtab von 6 Zoll Länge wurde in zwey Stücke von 2″ und 4″ Länge zerſchnitten, dieſe Stücke wurden dann wieder mit einem dünnen dazwiſchen befindlichen Kupferbleche zuſammengelöthet; wurde er nun bey (Fig. 8.) A oder C erwärmet, ſo war die Ablenkung poſitiv; bey B oder D dagegen fand die entgegengeſetzte ſtatt; ehe aber der Stab zerſchnitten war, ſo waren die Ablenkungen alle von einerley Art, der Stab mochte in A, B oder C erwärmt worden ſeyn. An einen Wißmuthſtab wurden in verſchiedenen Theilen ſeiner Länge Dräthe gelöthet; waren die eingeſchloſſenen Theile abwechſelnd heiß und kalt, ſo zeigte der Stab eben ſo viele Pole, als Dräthe vorhanden waren. Zwey Stäbe, deren Ablenkungen reſpective 20° und 16° waren, erzeugten, nachdem die heißen Enden verbunden worden waren, eine Ablenkung von 23°; die Ablenkung war nicht ſo groß, wenn die heißen und kalten Enden verbunden waren. Eine Batterie von acht Stäben erzeugte eine Vermehrung der Kraft, doch war dieſe Vermehrung nicht ſehr beträchtlich. Ein Stab, der mit 4′ Kupferdraht von $\frac{1}{21}$″ Durchmeſſer eine Ablenkung von 20° zeigte, gab mit 8, 16 und 32′ von demſelben Drahte correſpondirende Ablenkungen von 15½°, 10 und 7°. Mit 8 Fuß Kupferdraht von $\frac{1}{37}$″ Durchmeſſer war die Ablenkung 6½°, mit derſelben Länge von Platindraht

von 0,01″ Durchmeſſer, betrug die Ablenkung nicht mehr als $\frac{1}{2}$°. Mit 4 Fuß Kupferdraht und $\frac{1}{12}$″ Durchmeſſer war die Ablenkung 21°; ſie wurde nicht verſtärkt, wenn man zwey ſolche Dråhte anwandte. Bey allen dieſen Verſuchen war die Ablenkung an jedem Theile der Ståbe ſowol als der Dråhte von derſelben Art. Man bemerkte keinen Unterſchied in der Wirkung, die Ståbe mochten nach dem Schmelzen langſam oder ſchnell abgekühlet worden ſeyn. Eben ſo wenig wurden die Wirkungen bedeutend verſtärkt, wenn man die Dimenſionen der Ståbe oder der ſich berührenden Oberflächen vergrößerte. Ein Turmalin, welcher durch die Erwärmung die entgegengeſetzten Elektricitåten ſehr ſtark zeigte, erzeugte keine Ablenkung der Magnetnadel, wenn um ſeine Enden Silberdråhte gewunden und dieſe mit dem Multiplikator verbunden wurden.

Zu einer Vergleichung zwiſchen den durch Wärme und durch den gewöhnlichen Proceß erzeugten elektromagnetiſchen Wirkungen diente folgender Verſuch: Zink- und Kupferſtåbe, jeder von 0,7 Zoll Durchmeſſer und beyde 0,4 Zoll von einander entfernt, wurden in ein Fluidum geſetzt, das aus gleichen Theilen Salzſäure und Waſſer beſtand; ſie erzeugten an der größten Nadel eine Ablenkung von 27°; Ståbe von 0,3 Zoll Durchmeſſer und 0,3 Zoll von einander entfernt, erzeugten an der kleinen Nadel eine Ablenkung von 40°.

Bey Abånderungen der Verſuche fand er einige merkwürdige anomale Erſcheinungen. Iſt einer von den Dråhten aus Eiſen, und werden ſie an einer Weingeiſtlampe erhitzt, ſo erreicht in manchen Fållen die Ablenkung allmåhlig ein Maximum, kehrt dann zurück und nimmt beym Rothglühen eine entgegengeſetzte Richtung an. Dieſe Erſcheinungen fanden ſtatt, wenn Eiſen mit Silber, Kupfer, Gold, Zink und Meſſing verbunden wurden, aber nicht bey Platin oder Bley; eben ſo wenig wurden ſie in andern Fållen bemerkt, wo keiner von den Dråhten Eiſen war.

Ablenkungen.

Eiſen mit Silber	- - 10°	8° beym Rothglühen
Kupfer	- - 13°	7° ditto
Gold	- - 7°	4° ditto
Meſſing	- - 17°	3° ditto
Zink	- - 7°	3° ſchmelzendes Zink
	poſitiv.	negativ.

Wurde der Verſuch ſo angeſtellt, daß man die vorher nicht verbundenen Dråhte in ſiedendes Queckſilber tauchte, ſo hieng die Ablenkung im erſten Augenblicke in manchen Fållen von der Folge ab, in welcher ſie eingetaucht wurden. Dieſe Erſcheinung hatte Cumming beſonders beobachtet, wenn einer von den Dråhten Kupfer, Zink oder Meſſing war. Die Reſultate waren folgende:

Kupfer mit Gold { Kupfer zuletzt; negativ, dann langſam poſitiv / Gold zuletzt; poſitiv

Silber { Kupfer zuletzt; negativ / Silber zuletzt; poſitiv, dann negativ

Meſſing { Kupfer zuletzt; wenig negativ, dann poſitiv / Meſſing zuletzt; poſitiv

Kupfer mit Platin oder Zinn war in beyden Fållen poſitiv, mit Eiſen negativ

Zink mit Silber { Zink zuletzt; negativ, dann poſitiv / Silber zuletzt; poſitiv

Eiſen { Zink zuletzt; negativ / Eiſen zuletzt; poſitiv, dann negativ

Graphit { Zink zuletzt; negativ / Graphit zuletzt; ſtark poſitiv, dann negativ

Gold { Zink zuletzt; negativ, dann poſitiv / Gold zuletzt; poſitiv

Meſſing { Zink zuletzt; wenig negativ, dann poſitiv / Meſſing zuletzt; poſitiv.

Zink mit Platin oder Zinn war in beyden Fållen poſitiv

Meſſing mit Gold { Meſſing zuletzt; negativ / Gold zuletzt; wenig poſitiv, dann negativ

Silber { Meſſing zuletzt; negativ / Silber zuletzt; wenig poſitiv, dann negativ

Zinn { Meſſing zuletzt; ſehr ſchwach, dann poſitiv / Zinn zuletzt; poſitiv.

Meſſing war in beyden Fållen poſitiv mit Platin, und negativ mit Eiſen.

Da die Temperaturungleichheit zwiſchen den verſchiedenen Theilen eines metalliſchen Bogens hinreicht, einen elektriſchen Strom darin zu Stande zu bringen, welcher einen entſcheidenden Einfluß auf die Magnetnadel äußert, ſo konnte in Hr. Cumming der Gedanke ſehr leicht rege werden, daß ein ſolcher metalliſcher leicht beweglicher Bogen durch Gegenwirkung eines innerhalb oder außerhalb deſſelben angebrachten Magneten mittelſt Verſchiedenheit der Temperatur in eine rotirende Bewegung gerathen würde. Zu dieſem Behuf gab Herr Cumming einen Apparat an, welcher in einigen einzelnen Theilen von Herrn Marſh iſt abgeändert worden, um dieſe Erſcheinung in die Augen fallender zu machen. Nach der Beſchreibung des Herrn Biot *) iſt dieſer Apparat folgender: (Fig. 9) AAA'A'' iſt ein Rechteck, von welchem die drey Seiten A'AAA'' aus Silberdrähten beſtehen; die vierte Seite A'PPA'' iſt aus einem Platindraht gebildet, welcher in der Mitte ringförmig zuſammengebogen iſt, um den mittleren Schaft TT' durchzulaſſen, der an ſeinem obern Ende eine Agatſchale trägt, in welcher die Spitze Q ruhet, die dem ganzen Apparat als Zapfen dienet, ſo daß er ſich iſolirt befindet und ſehr leicht um den Punkt Q drehen kann. Ferner iſt NS ein langer Magnetſtab, der vertical, aber nur in ſehr geringer Entfernung außerhalb des Kreiſes, den die verticalen Arme des Rechteckes beſchreiben, angebracht wird. Man nehme nun an, um von einer feſten Vorſtellung auszugehen, das obere Ende dieſes Magnetſtabes, welches ſich zunächſt dem Rechtecke befindet, ſey der Nordpol deſſelben. Stellt man nun nahe an den Stab eine Alkohollampe, welche die Wärme zuerſt an A' gelangen läßt, ſo geräth der Apparat in eine Drehung nach der linken Seite des Stabes und ſetzt dieſe ſehr raſch und gleichmäßig fort, ſo lange man die Lampe an dieſer Stelle läßt. Wird die Lampe

*) Lehrbuch der Experimental-Phyſik, aus d. Franz. überſ. von Ni. Fechner. B. III. Leipz. 1825. 8. S. 182 f.

dem Stabe gerade entgegengeſeẞt, und alſo unter den Arm des Rechtecks geſtellt, wo ſich Anfangs A″ befindet, ſo geht die Bewegung noch mit gleicher Schnelligkeit aber nach entgegengeſeẞter Richtung vor ſich.

Nach Biot reicht zur Erklärung dieſer Erſcheinungen hin, anzunehmen, daß bey Erhitzung der Stelle, wo das Silber und das Platin zuſammengelöthet ſind, das Silber poſitiv, das Platin negativ elektriſch wird. Wenn dann durch die fortdauernde Wirkung einer ſolchen Berührung ein elektriſcher Strom entſteht, ſo müſſen alle Wirkungen, die er auf ſeinem Wege auszuüben vermag, ſich eben ſo verhalten, als wenn das Silber A A′, welches dem Berührungspunkte zunächſt befindlich iſt, vom Zinkpol Z eines gewöhnlichen Volta'ſchen Apparats herkäme, während ſich das Platin A′A″ zum Kupferpol E′ begäbe. So wie alſo die Löthſtelle A′ durch eine darunter geſtellte Lampe erhitzt wird, wird der Arm A′A magnetiſch, als wäre er ein einfacher Verbindungsdraht Z A A′E; und die Gegenwirkung des Pols N des Stabes auf den Arm A′A muß dieſen mithin nach links von N S treiben. Wenn das Rechteck unveränderlich auf dieſelbe Art magnetiſirt bliebe, ſo würde die Wirkung, die der Pol N ſolcher Geſtalt auf daſſelbe ausübt, nicht vermögend ſeyn, es in Drehung zu verſetzen, weil er ſich außerhalb des Kreiſes befindet, den es zu beſchreiben vermag; ſo wie aber der Arm A A′ ſich nicht mehr über der Lampe befindet, mindert ſich der Temperaturunterſchied, und zugleich wird der Kreislauf des dadurch hervorgebrachten elektriſchen Stromes ſchwächer, ſo daß die Bewegung des Rechtecks zum Theil nur noch in Folge der Geſchwindigkeit, die es durch den erſten Impuls erlangt hat, fort geht. Iſt nun die Beweglichkeit des Apparats, vermöge der Art, wie ſeine Aufhängung bewerkſtelliget iſt, ſo groß, daß dieſe Geſchwindigkeit hinreicht, ihn einen völligen Halbkreis beſchreiben zu laſſen, ſo daß der entgegengeſeẞte Arm A″A über die Lampe kommt, ſo erzeugt die Wirkung derſelben ſogleich wieder einen Strom der nämlichen Richtung als

im erſten Augenblick, wovon ein neuer Impuls des Rechtecks nach der linken Seite von NS und mithin eine Rückkehr des Armes AA', darauf eine abermalige Wiederkehr des Armes A''A die Folge iſt, u. ſ. f. woraus eine gleichförmige Drehung hervorgeht, die man dadurch beſchleunigen kann, daß man die Zahl der Arme des Rechtecks ſo wie die der Pole, welche man darauf wirken läßt, vermehrt, gemäß der Richtung, welche der elektriſche Strom beym Hindurchgehen durch ſie nimmt.

Wenn man der Lampe die diametral entgegengeſetzte Stellung giebt, indem man ſie unter den, vom Magnet entfernteſten, Arm AA'' ſetzt, ſo finden ganz die vorigen Schlußfolgen ihre Anwendung; nur iſt die Richtung des elektriſchen Stroms, oder vielmehr die, der dadurch hervorgerufenen, Magnetiſirung dann in Bezug zum Magneten NS die umgekehrte; die Drehung muß alſo auch hier noch eintreten, nur in entgegengeſetzter Richtung als im vorigen Fall, wie auch die Beobachtung zeigt.

Um aber auch zu zeigen, wie groß die Analogie iſt, welche zwiſchen der durch Wärme und der durch galvaniſche Action erregten Elektricität ſtatt findet, conſtruirte auch Cumming einen Apparat, welchen die Fig. 10. vorſtellt, und der die Rotation eines Drahtes um einen Magnetſtab zeigt. Seine Empfindlichkeit iſt ſo groß, daß, wenn er durch die Thermo-Elektricität eines Silber- und Platindrahtes in Bewegung geſetzt wird, von welchem jeder $\frac{1}{22}$ Zoll im Durchmeſſer hat, er ſich in einer Minute zwiſchen 30 und 40 mal herumdrehet. Gebraucht man ſtatt dieſer Drähte ein Paar galvaniſche Platten von $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, ſo iſt die Drehung noch ſchneller.

AB iſt ein cylindriſcher Magnet; abcd eine mit Queckſilber gefüllte Glasröhre, welche oben an dem Magnetſtabe befeſtigt iſt; CDEF ein Meſſingdraht, welcher auf einer durch I gehenden Nadelſpitze ſchwebt,

und auf einem Agathütchen ruhet, welches auf dem Magnetſtabe befeſtigt iſt; CG, FH ſind Platindrähte, welche an den Draht CDEF angelöthet ſind; KL ein cylindriſches Stück Holz, in welchem ſich eine Oeffnung befindet, um den Magnet hindurchzuſtecken, und eine mit Queckſilber angefüllte kreisförmige Vertiefung, in welcher ſich die Spitzen G und H drehen; ef ein Kupferdraht, welcher durch den Boden von LK geht, und mit dem Queckſilber in der Vertiefung verbunden iſt; M, O ſind mit Queckſilber gefüllte Gefäße, P, N Drähte, welche von den poſitiven und negativen Polen des elektriſchen Apparats kommen. Der Strom ſteigt von dem poſitiven Pole P durch den Magnet bis I, geht durch DG, EH in das Queckſilber in der kreisförmigen Vertiefung hinab, und von dort durch den Kupferdraht ef in das Gefäß M, welches durch den Draht N mit dem negativen Pole verbunden iſt.

Auch mit Hülfe des elektriſchen Multiplikators konnten die thermo-elektriſchen Wirkungen bemerkbar gemacht werden. Die Herren Fourier und Oerſted verbanden ein Stück (Fig. 11.) A eines Metalles mit zwey Stücken B eines andern Metalles, ſo daß ein eingeſchloſſener Umlauf gebildet wurde, deſſen beyde Enden aus einerley Metall beſtanden. Nachdem nun Eis auf eine der Löthſtellen gelegt, und die Verbindung zwiſchen den beyden Stücken B mittelſt des Drahtes des Multiplikators bewerkſtelligt wurde, ſo fiel zwar die Wirkung auf die Nadel des Inſtruments in die Augen, aber ſie war doch ſehr ſchwach, ſchwächer z. B. als die Wirkung eines Kupfer- und Silberſtücks mit Waſſer als flüſſigen Leiter. Die ausnehmende Schwäche der thermo-elektriſchen Wirkung mittelſt des Multiplikators zeigte, daß dieſelben thermo-elektriſchen Elemente, welche auf die Magnetnadel der Bouſſole kräftig wirken, wenn die Verbindung mittelſt eines kurzen und dicken Leiters ſtatt findet, nur eine ſehr geringe Wirkung, ſelbſt auf eine, an einem Faden hän-

gende, und mithin ſehr empfindliche, Nadel zeigen, wenn die Verbindung durch einen Leiter von beträchtlicher Länge und Dünne bewerkſtelligt wird. Ein hydro-elektriſcher Strom, der durch ein Zink- und Silberſtück mit Waſſer als flüſſigen Leiter erregt wird, äußert auf die Nadel des Multiplikators eine, vielleicht hundertmal größere Wirkung, als der thermo-elektriſche Strom; und gleichwol iſt die Wirkung des erſtern auf die Nadel der Bouſſole faſt unmerklich, wenn man auch die Verbindung zwiſchen den Elementen durch die beſten Leiter bewerkſtelligt, während der andere die Nadel zur beträchtlichen Abweichung bringt. Alles dies zeigt eine merkwürdige Eigenſchaft des thermo-elektriſchen Stromes, welche zwar die Theorie vorausſehen konnte, aber gleichwol einiger Aufmerkſamkeit werth iſt; d. h. der thermo-elektriſche Strom enthält eine weit größere Menge elektriſcher Kraft, als ein hydro-elektriſcher Strom von gleicher Größe; auf der andern Seite iſt aber die Intenſität der Kraft in dem erſtern weit ſchwächer, als in dem letztern. Unter den verſchiedenen Wirkungen, welche ein galvaniſcher Apparat hervorbringt, hängen die einen von der Quantität, die andern von der Intenſität der elektriſchen Kräfte ab. Schon ſeit den erſten elektro-magnetiſchen Verſuchen hat man erkannt, daß die Ablenkung der Nadel, welche durch den elektriſchen Strom bewirkt wird, ſich nach der Quantität, nicht nach der Intenſität der elektriſchen Kräfte richtet. Daher läßt ſich in einer bedeutenden Ablenkung, welche der thermo-elektriſche Strom in der Nadel hervorbringt, ein Zeichen der großen Quantität der darin enthaltenen Kraft finden. Auf der andern Seite weiß man, daß ein elektriſcher Strom die Leiter um ſo leichter durchdringt, je größer die Intenſität deſſelben iſt. Daher muß der hydro-elektriſche Strom, welcher ſich durch den Draht des Multiplikators leichter, als der thermo-elektriſche, fortpflanzt, von ſtärkerer Intenſität, als letzterer, ſeyn. Die größere Quantität von elektriſcher Kraft, welche man in dem thermo-elektriſchen Strom annehmen

muß, wird kein Einwurf gegen dieſe Behauptung ſeyn; denn offenbar, wenn ein Strom A von derſelben Intenſität, aber größerer Quantität als ein anderer Strom B, mit einem Leiter in Verbindung gebracht wird, der nur hinreicht, die Quantität von B hindurchzulaſſen, wird dieſer Leiter einen ſo großen Theil des Stromes A, als B der Quantität nach gleich iſt, durchzulaſſen vermögen, und wenn man ſich A intenſiver als B denkt, ſo wird von jenem noch mehr hindurchgelaſſen werden.

Auch wurde die Wirkung des zuſammengeſetzten Umlaufs auf die Nadel des Multiplikators verſucht und gefunden, daß ſie mit der Zahl der Elemente des Umlaufs beträchtlich zunahm, ſelbſt in Fällen, wo dieſe Vervielfältigung der Elemente nicht zu der Verſtärkung der Wirkung auf die Nadel der Bouſſole beytrug. Dies Reſultat ergab ſich aus Verſuchen, welche mit ſechs, mit dreyzehn und mit zwey und zwanzig Elementen angeſtellt wurden. Es ſchien, daß die Intenſität der Kräfte im thermo-elektriſchen Umlauf mit der Zahl ſeiner Elemente zunehme, gerade, wie dies der Fall bey der Volta'ſchen Säule iſt. Der Umlauf hatte keine merkbare Wirkung auf die Bouſſole, wenn die Verbindung durch den Draht des Multiplikators veranſtaltet wurde.

Eine andere faſt gleichzeitig mit dem Thermo-Magnetismus entdeckte magne-motoriſche Wirkung iſt diejenige, welche durch flüſſige Säuren, Baſen und Salze mit Hülfe einfacher metalliſcher Leiter erfolgt. Schon hatte Herr **Oerſted** bemerkt, daß, wenn man in zwey verſchiedenen Augenblicken zwey Stücke eines Metalls in eine Säure, welche ſie anzugreifen vermag, eintaucht, dasjenige der beyden Stücke, welches zuerſt eingetaucht wurde, ſich als das poſitiv elektriſche Metall zeigt. Einer von den erſten Phyſikern, welche ſich ausführlich mit Verſuchen dieſer Art beſchäftigten, war der Herr Akademiker Ritter v. Yelin *). Zu dieſen ſeinen Verſuchen

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXXIII. S. 365 ff.

brauchte er eine feine Magnetnadel von 16,83 Pariſer Linien Länge, und etwa 0,08 Linien dick, welche an beyden Enden zugeſpitzt und im Schwerpunkte mit einem ſehr feinen Meſſingdrahte verſehen war, der einigemal ſo dicht und feſt als möglich um ſie herumgewunden an einem Ende eine Linie lang nach auswärts rechtwinklicht mit der Nadelaxe gieng. An dieſem Drahtarme hieng die Nadel an einem mittelſt etwas Wachs befeſtigten Faden eines Spinnegewebes, ſo daß auf dieſe Art die Nadel ſich horizontal ohne Reibung in horizontaler Ebene bewegen konnte. Uebrigens war ſie in einem hohlen aus weißem Kryſtallgläſe beſtehenden Cylinder eingeſchloſſen, deſſen Bodenplatte ein Kartenblatt war, auf welchem mit dem Halbmeſſer der Magnetnadel ein Paar concentriſche Kreiſe ſich befanden. Ein anderer Apparat, deſſen er ſich bey ſeinen Verſuchen bediente, war ein ganz einfach eingerichteter elektro-magnetiſcher Multiplikator. Es war nämlich um ein 2 Zoll breites und 1 Zoll dickes, in Form eines doppelten Riegelhakens geſchnittenes Birnbaumholzſtück am mittleren Theile ein ausgeglüheter $\frac{1}{10}$ Linien dicker kupferner Clavierdraht, 30 bis 40 mal ohne ſich zu berühren, jedoch ſo enge herumgewunden, daß auf 1 Zoll 36 bis 40 Windungen kommen. Die beyden 1 Fuß lang hervorragenden Enden dieſes Drahtes waren von oben herab mitten durch das Holz ſo gezogen, daß beyde Enden unten am Anfang und Ende der Windungen hervorragten. Auf dieſen Multiplikator wurde das mit dem eingetheilten Kreiſe verſehene Kartenblatt gelegt, ſo daß der von 0 bis zu 180° gehende Durchmeſſer den Windungen parallel war; der Glascylinder mit der darin aufgehangenen Magnetnadel wurde auf das Kartenblatt ſo geſtellt, daß die Nadel höchſtens 0,25 Linien von dem Schließungsdrahte abſtand. Der zinnerne Schließungsdraht oder Leiter beſtand aus einem 5 Linien breiten und etwa 2 Fuß langen Streifen Stanniol, welcher an beyden Enden in 1 Zoll Breite übergieng, um eine größere Eintauchungsfläche zu erhalten. Die zu

den Verſuchen gebrauchten Metalle waren 30 Pariſ. Linien lange, und 3,1 Linien dicke maſſive Cylinder; nur der Cylinder aus Gold war hohl. Die dabey angewandten Flüſſigkeiten waren in cylindriſche Gläschen, eine Unze Waſſer haltend, enthalten; dabey war aber erforderlich, daß die in die Flüſſigkeiten eingetauchten Metallflächen von ihnen jedesmal naß gemacht wurden, welches am beſten geſchehen konnte, wenn ihnen die Politur etwas benommen wurde.

1. Es wurde das eingetheilte Kartenblatt auf den Stanniolſtreifen, der als Schließungsdraht diente, ſo gelegt, daß der Durchmeſſer durch 0 und 180° ihn der Länge nach halbirte, und der Glascylinder mit der frey ſchwebenden Magnetnadel hatte auf dem Kartenblatte eine ſolche Stellung, daß der nahe unter der frey ſchwebenden Nadel befindliche Stanniolſtreifen genau in dem magnetiſchen Meridian war.

a. Wurde nun das Unzengläschen mit einer Salzſäure gefüllt, und in ſie zuerſt das N-Polende des zinnernen Leiters, und ſodann das S-Polende, ſo tief es angeht, eingetaucht, ſo wich der N-Pol der Nadel gegen Oſt aus. Wurde dagegen zuerſt das S-Polende und hinterher das N-Polende eingetaucht, ſo wich der Nordpol der Nadel gegen Weſt aus.

b. Bey reinem Kali erfolgte alles gerade auf umgekehrte Weiſe.

c. Bey reinem Ammoniak wie in a.

d. Bey reinem Natron eben ſo wie in a.

e. Bey Salmiakauflöſung ebenfalls wie in a.

f. Reines Waſſer brachte keine Wirkung hervor; miſchte man aber nur den 500ſten Theil Schwefelſäure dazu, ſo zeigte ſich bereits deutliche Spur von magnetomotoriſcher Wirkung.

g. Alle Säuren und Salzauflöſungen wirkten in vorbemerkter Art mittelſt des bloßen Zinnſtreifens mehr oder minder ſtark auf die Magnetnadel.

Aus dieſen Verſuchen ergab ſich alſo eine elektromagnetiſche Wirkung mittelſt eines einzigen einfachen metalliſchen Leiters und einer einzigen Flüſſigkeit. Der Herr v. Yelin bemerkt, daß, was auch das Waſſer dabey für eine Rolle ſpielen möge, es doch vorzüglich auf die Beſtandtheile der im Waſſer aufgelöſeten Stoffe ankomme, welche mittelſt des eingetauchten Metallſtreifens die elektriſche Thätigkeit beſtimmten, indem ſie durch die Berührung mit demſelben in ihrem ſtatiſch-elektriſchen, oder vielmehr magnetiſchen Gleichgewichte geſtört, ein flüſſiges Säulenelement, oder vielmehr eine flüſſige Säule ſelbſt bildeten, wovon in den Verſuchen a, c, d, e der als Silberpol ſich verhaltende Beſtandtheil an dem zuerſt eingetauchten Ende des Zinnſtreifens polariſch hervortrete, und der dadurch in eine Anwandlung zum Freywerden verſetzte andere Beſtandtheil ſich nothwendig auf entgegengeſetzte Weiſe zum Zinkpol geſtalte, und in ſeinem Beſtreben, ſich anderwärts mit einem Heterogenen in ſtatiſch elektriſche Ruhe zu ſetzen, dem ſpäter eingetauchten Ende des metalliſchen Leiters darbiete, und in ihm als Schließungsdraht dieſelbe wirklich herſtelle.

2. Es wurde die eingetheilte Bodenplatte mit dem von 0 nach 180° gezogenen Durchmeſſer auf den vorhin angeführten Multiplikator den Meſſingdrähten deſſelben parallel gelegt, die Magnetnadel ſo nahe als möglich darauf geſetzt, und dieſelbe mittelſt Drehung des Multiplikator-Geſtelles genau auf den Nullpunkt eingerichtet. Hiernächſt ergriff man zwey Stücke einerley Metalls, z. B. Zink, eines in die rechte, das andere in die linke Hand, faßte ſo mit der rechten Hand das erſte, mit der linken Hand das linke Drahtende des Multiplikators, und drückte ganz feſt den Draht mit dem Metallſtücke zuſammen, ſo hatte man ſolchergeſtalt einen, für ſich ſelbſt im elektriſchen ſtatiſchen Gleichgewichte befindlichen aus Zink-Meſſing-Zink beſtehenden Leiter oder Schließungsbogen. Tauchte man nun zuerſt das mit dem Nordpolende des Drahts zuſammengehaltene Zinkſtück in

Salzſäure, und kurze Zeit nachher das Zinkſtück am Südpolende, ſo wich der Nordpol der Magnetnadel ſtark gegen Weſten aus.

3. Verfuhr man dagegen, unter Anwendung friſcher Zinkſtücke, dem vorſtehenden Verſuche gemäß mit concentrirter Salpeterſäure, ſo wich der Nordpol der Nadel ſehr raſch und ſtark nach Oſten aus.

4. Wurde zuerſt das Zinkende auf der Nordſeite in reines Kali getaucht, und ſpäter das Südende, ſo wich der Nordpol der Nadel ſtark nach Oſten aus. Wurden beyde Stäbe unmittelbar nach dieſer Wirkung aus der Flüſſigkeit gehoben, und, ohne ſie zu verwechſeln, in freyer Luft ſo lange gehalten, bis die Nadel zur Ruhe gekommen war, hiernächſt zuerſt das Südpolende und alsdann das Nordpolende eingetaucht, ſo ging der Nordpol ſtark nach Weſten. Drehte man nun die Zinkſtange in jeder Hand um, und verfuhr, wie oben angezeigt iſt, ſo erfolgte alles eben ſo. Wurden die Stangen gereinigt, und in beyden Händen verwechſelt, ſo war der Erfolg der nämliche.

5. Statt des flüſſigen Kali's wurde reine concentrirte Salzſäure angewendet. Tauchte man das Zinkſtück der Südſeite zuletzt ein, ſo ging der Nordpol ſtark nach Oſten. Nun wurden die Zinkſtäbe ſogleich wieder aus der Flüſſigkeit gehoben, und dann, wenn die Nadel zur Ruhe gekommen war, mit dem Zink der Südſeite zuerſt, und nachher mit dem der Nordſeite eingetaucht; — der Nordpol wich abermals nach Oſten aus. Nun konnte man mit dem Rechts und Links Eintauchen wechſeln, ſo oft man wollte; der Nordpol wich ſtets gegen Oſten aus. Wurden beyde Stäbe gewaſchen und abgetrocknet, ohne jedoch ihre Stelle von Links gegen Rechts zu verwechſeln, und umgewendet, ſo daß das zuvor trocken gebliebene Ende jetzt zum Eintauchen kam; ſo wich der Nordpol nun entweder wiederum beſtändig nach Oſten aus, man mochte zuerſt mit der rechten oder linken Hand eintauchen, oder die Wirkung auf die Nadel

war, wie zuweilen geſchah, faſt ganz Null. Verwechſelte man die Stäbe aus der rechten in die linke Hand, ohne ſie umzukehren, und tauchte einen von beyden, welchen man wollte, zuletzt in die Flüſſigkeit, ſo geſchah die Abweichung des Nordpols jederzeit nach Weſten. Durch abermalige Verwechſelung ſtellten ſich die erſten Reſultate des Verſuchs wieder her. Dieſe Eigenſchaft, durch Verwechſelung ihrer Stellen an den beyden Enden des Zwiſchenleiters, entgegengeſetzt polariſch zu wirken (wie + — E und — + E die Magnetnadel richten) behalten die Stäbe noch geraume Zeit hindurch bey. Man kann ſie abwaſchen, abtrocknen, in der Hand halten, ſo lange man nur ihr oberes und unteres Ende ſo beybehält, wie es in dem Verſuche genommen war, ſo dauert die Wechſelwirkung einige Zeit hindurch fort. Dieſe Eigenſchaft gehört nach v. Relin den beyden Endſtücken des Leiters, aber nicht (oder wenigſtens nur in ſehr geringem Grade) dem Zwiſchenleiter, auch nicht der Flüſſigkeit an. Denn bringt man die beyden Endſtäbe oder Stücke an einen ganz friſchen Zwiſchenleiter, oder taucht ſie in ganz friſche Säure; ſo behalten ſie dennoch ihre polwechſelnde Eigenſchaft bey. Dagegen bringe man an den alten Zwiſchenleiter friſche Metallſtäbe, und behalte die alte Säure bey, ſo fangen die Erſcheinungen des Verſuchs von vorne an.

Alle Metalle, welche durch die Salzſäure magneto-motoriſch wirkten, zeigten dieſelben Erſcheinungen.

Alle Säuren, welche mittelſt einer gleichnamig beendeten Schließungskette magneto-motoriſch wirkten, brachten dieſelben Erſcheinungen hervor.

Aus dieſem Verſuche folgert der Herr v. Relin

6. daß man bey ſelbigem eine mittelſt der Einwirkung der Säuren u. ſ. vorgegangene elektriſch-magnetiſche Ladung in den beyden Endgliedern der dreytheiligen Kette deutlich erblicke, und zwar jedes Glied unipolariſch, und gegen das andere auf entgegengeſetzte Weiſe geladen, dergeſtalt, daß es auch von der Kette getrennt,

ſeinen Ladungszuſtand beyzubehalten vermöge. Es ergebe ſich alſo hieraus eine neue einfache, bloß metalliſche Ladungsſäule, und zwar mit trennbaren unipolaren Endgliedern.

Sehr merkwürdige Verſuche dieſer Art wurden um dieſelbe Zeit von den eben angeführten holländiſchen Gelehrten ausgeführt. Von dem Herrn General van Zuylen wurden zwey gleich breite Streifen Kupfer und Zink, welche an dem einen Ende mit kleinen kupfernen Nägeln auf einander befeſtigt, am andern Ende aber nach unten umgebogen, und einige Mal auf einander gerollt waren, und ſo einen leitenden Bogen vorſtellten, mit dieſen umgebogenen Enden in ein mit Waſſer gefülltes Gefäß eingetaucht und ſo geſtellt, daß der Leitungsbogen im magnetiſchen Meridian ſich befand mit den umgebognen Enden nach Süden gewendet. Nachdem die Bouſſole zwiſchen die beyden Metalle auf den Zink und unter das Kupfer geſetzt war, wurde concentrirte Schwefelſäure zu dem Waſſer gegoſſen. In demſelben Augenblicke zeigte die Nadel eine ſtarke weſtliche Abweichung von 87°.

Daß die Erhitzung, welche in dem Waſſer durch Eingießung von Schwefelſäure entſteht, nach der Meinung der holländiſchen Phyſiker nicht die Urſache dieſer Ablenkung ſeyn konnte, ſchließen ſie daraus, weil ſonſt die Ablenkung vermöge eines oben angeführten Verſuchs in dieſem Falle öſtlich ſeyn müßte. Ueberdem war ſchon die Ablenkung der Nadel auf ihr Maximum gekommen, noch ehe das Waſſer eine Temperaturerhöhung angenommen hatte. Wurde das entweichende Waſſerſtoffgas an der Oberfläche des Waſſers entzündet, ſo ſchien dies Entzünden die Ablenkung der Nadel jedesmal um einige Grad zu vermindern.

Durch weitere Forſchungen über dieſen neuen Gegenſtand wurden dieſe Phyſiker zu einigen ſonderbaren und ganz unerwarteten Reſultaten geführt, welche ſich, ihrem Erachten nach, nicht leicht mit irgend einer der beſtehen-

den Theorien des Galvanismus und des Magnetismus werden vereinigeu laſſen.

Ein Zinkſtreifen, 5 Centimeter (1,8 Zoll) breit, wurde in einen Bogen gekrümmt, hiernächſt mit ſeinen beyden vereinigten, nach unten umgebogenen und aufeinander gerollten Enden nach Süden im magnetiſchen Meridian geſtellt, und das umgerollte Ende in kaltes Waſſer getaucht. Nachdem die Bouſſole zwiſchen den Bogen auf den untern Schenkel des Streifens geſetzt war, wurde concentrirte Schwefelſäure zu dem Waſſer gegoſſen. Augenblicklich zeigte die Magnetnadel eine außerordentliche Unruhe, als würde ſie durch mehrere entgegengeſetzte Kräfte ſollicitirt; Anfangs war dennoch die Ablenkung öſtlich, ſie wurde aber nachher durch Beyfügung von etwas Schwefelſäure wieder weſtlich. Als aber das eingetauchte Ende des Apparats mit einem Streifen von demſelben Metalle berührt wurde, änderte ſich zu ihrem Erſtaunen die Ablenkung plötzlich und wurde wieder öſtlich. Berührung des eingetauchten Endes mit einem Streifen Kupfer oder Antimonium, vermehrte dagegen die weſtliche Ablenkung bedeutend, und es gelang ihnen durch wiederholtes Berühren auf dieſe Weiſe, die Nadel gänzlich auf ihre Spitze herumzuführen.

Wurde zu reinem Waſſer, in welchem das aufgerollte nach Süden gerichtete Ende dieſes Apparats eingetaucht war, concentrirte Salpeterſäure gegoſſen, ſo erfolgte keine Ablenkung in der Magnetnadel; wenn ſie aber alsdann das eingetauchte Ende mit einem Kupferſtreifen berührten, ſo entſtand in der Nadel eine ſtarke weſtliche Ablenkung.

Als dieſe Verſuche mit einem ganz gleichen Apparate aus Kupfer wiederholt wurde, blieb die Nadel ohne Ablenkung, ſie mochten zu dem Waſſer concentrirte Schwefelſäure oder concentrirte Salpeterſäure gießen. Wurde aber darauf das eingetauchte Ende des Apparats mit Zink berührt, ſo zeigte ſich im erſten Falle beym Gebrauch der Schwefelſäure eine öſtliche und bey der An-

wendung von Schwefelſäure eine ſtarke weſtliche Ablenkung der Nadel.

Ein eben ſo bereiteter und eben ſo gebogener Streifen Zink wurde mit ſeinen Enden nicht zuſammengerollt, ſondern, ohne daß ſich beyde berührten, in Waſſer getaucht, in welchem ein Thermometer auf 64° Fahr. ſtand. Darauf wurde der Streifen in den magnetiſchen Meridian gerichtet und die Bouſſole wurde auf den untern Schenkel des Streifens geſtellt. Als nun concentrirte Schwefelſäure zu dem Waſſer gegoſſen wurde, ſtieg die Temperatur bis 116° Fahr., und die Magnetnadel zeigte eine öſtliche Ablenkung, die ſich wenige Augenblicke ſpäter änderte und weſtlich wurde, bey einer Temperatur von 128° Fahr. Sie veränderte ſich aber bald, und die Nadel kam ungefähr in den magnetiſchen Meridian zurück.

Nun wurde mit einem Stück Zink unter dem Waſſer erſt das Ende des obern Schenkels, dann das Ende des untern Schenkels berührt; jene Berührung brachte eine öſtliche, dieſe eine weſtliche Ablenkung der Nadel hervor. Als beyde Enden zugleich mittelſt eines Zinkſtreifens berührt wurden, erfolgte weſtliche Ablenkung. Ein Streifen Kupfer auf ähnliche Art unter dem Waſſer in Berührung gebracht mit dem Ende des obern Schenkels, gab weſtliche, mit dem Ende des untern Schenkels, öſtliche, und mit beyden Enden zugleich wieder weſtliche Ablenkung, und zwar im letzten Fall eine ſo ſtarke, daß die Magnetnadel durch Weſten hin ganz herumgedreht wurde.

Als die beyden Enden eines eben ſo geſtellten Zinkſtreifens durch einen Kupferſtreifen mit einander verbunden waren, und der vorige Verſuch mit demſelben wiederholt wurde, war die Ablenkung, als dem Waſſer concentrirte Schwefelſäure zugegoſſen wurde, anfangs wieder öſtlich, wurde aber bald weſtlich als die Temperatur des Waſſers bis 90° Fahr. geſtiegen war.

Ein auf dieſelbe Art gebogener Streifen Eiſen, 1,5 Meter ($4\frac{1}{2}$ Fuß) lang, 2 Millimeter (1 Linie) dick und $4\frac{1}{2}$ Centimeter ($1\frac{3}{4}$ Zoll) breit, war eben ſo mit ſeinen beyden ſich nicht berührenden Enden in Waſſer getaucht, das ſich im Süden des in den magnetiſchen Meridians gerichteten Streifens befand. Die auf dem untern Schenkel ſtehende Bouſſole wurde, als man concentrirte Schwefelſäure zu dem Waſſer goß, augenblicklich um 65° nach Oſten abgelenkt. Dieſe Ablenkung änderte ſich nach einigen Sekunden und wurde weſtlich. Eine kleinere auf dem obern Schenkel geſtellte Magnetnadel zeigte immer entgegengeſetzte Ablenkung.

Wenn man nachher Zink, Kupfer und Salpeterſäure dem Waſſer beyfügte, zeigte die Nadel ſonderbare unregelmäßige Bewegungen nach Oſten und Weſten.

Wurde derſelbe Verſuch mit dem Eiſenſtreifen und concentrirter Salpeterſäure wiederholt, ſo zeigte die unterſte Nadel eine conſtante weſtliche Ablenkung. Waren die beyden Enden unter dem Waſſer, durch einen kupfernen Streifen vereinigt, ſo wurde in dieſem Falle die untere Nadel weſtlich, die obere aber öſtlich abgelenkt.

Unerachtet aller dieſer ſcheinbaren Anomalien in der Richtung der Magnetnadel, nahmen die holländiſchen Phyſiker doch eine gewiſſe beſtimmte Regelmäßigkeit wahr. Am ſonderbarſten kam ihnen die jedesmalige öſtliche Ablenkung vor, welche beſtändig der beſtimmten weſtlichen Ablenkung voranging.

Herr Becquerel, welcher ſich ebenfalls mit Verſuchen dieſer Art beſchäftigt hatte, machte beſonders aufmerkſam auf die verſchiedene chemiſche Einwirkung der Säuren, welche die beyden Enden eines in ſelbige eingetauchten Drahts erleiden. Hievon ſchien vorzüglich die Entwickelung der magneto-motoriſchen Elektricität abzuhängen. Zu ſeinen Verſuchen nahm er gewöhnliche Salpeterſäure, in welche er die beyden Enden des Drahts vom Multiplikator eines nach dem andern eintauchte, ohne daß ſie ſich

berührten, und ſo, daß die eingetauchten Theile gleich waren. Die Drähte waren von Meſſing, Kupfer und Platin. War der Draht von Meſſing oder Kupfer, ſo war die chemiſche Einwirkung der Säure auf das Metall ſehr kräftig, und obgleich die beyden Enden des Drahts nur durch die in der Mitte befindliche Säure in Verbindung ſtanden, ſo wurde die Magnetnadel doch lebhaft aus dem magnetiſchen Meridian abgelenkt. Es zeigte alſo die Wirkung einen ſtarken elektriſchen Strom an. Wandte er dagegen einen Platindraht an, ſo hatte die Säure keine chemiſche Wirkung auf das Metall, und der elektriſche Strom war unmerklich, wenn man aber ein wenig Salzſäure hinzufügte, damit das Platin angegriffen werden konnte, ſo wurde die Magnetnadel von ihrer Richtung abgelenkt. Die Richtung des Stromes ging von dem zuerſt in die Säure getauchten Ende aus, und dieſes nahm poſitive Elektricität an.

Werden mit der angeführten Vorſicht die beyden Enden des Kupferdrahtes in Ammoniak getaucht, ſo entſteht durch die Einwirkung des Alkali auf das Metall in der ganzen Länge des Drahts ein elektriſcher Strom, deſſen Richtung von den bey dem vorigen Verſuche erwähnten Bedingungen abhängt.

Nach Herrn Becquerel's Erfahrung hängt die Richtung des elektriſchen Stromes von dem Ende des Metalles ab, welches von der Säure am meiſten angegriffen wird. Dasjenige alſo, welches mit der Säure die meiſten Berührungspunkte hat, nimmt poſitive Elektricität an. Es läßt ſich daher hiernach, wenn der elektriſche Strom einmal begonnen hat, ſeine Richtung abändern, wenn man das eine Ende mehr in die Säure taucht, oder es mehr oder weniger herauszieht. Es folgt alſo hieraus, daß bey einem Drahte, deſſen beyde Enden nicht gleichmäßig durch eine Säure angegriffen oder durch die Wärme nicht gleich erhitzt werden, das Gleichgewicht beyder Elektricitäten geſtört wird. Dies ſind nach Herrn Becquerel zwey Einwirkungen von

ganz gleichem Erfolge, wodurch er eben auf die Idee gebracht wurde, die elektriſchen Wirkungen zu unterſuchen, welche ſich bey der Einwirkung einer Säure auf beyde Enden eines Drahts entwickeln.

Da die Säuren, mit Ausnahme einer einzigen, nicht auf das Platin wirken, ſo bediente ſich Becquerel der Drähte von dieſem Metall, um die bey den Combinationen freygewordene Elektricität durchzuleiten; an jedes der beyden Drahtenden des Multiplikators befeſtigte er ein viereckiges Blättchen von Platin; auf eines derſelben brachte er Alkali, das andere tauchte er erſt in eine Säure, und hielt es dann auf Alkali. Sogleich fand eine chemiſche Einwirkung der Säure auf das Alkali ſtatt, wodurch ein äußerſt ſtarker elektriſcher Strom entſtand, und man ſah, daß die Säure poſitive, das Alkali negative Elektricität bey dieſer Combination annahm.

Man kann ſich leicht vorſtellen, daß man bey dieſem neuen Zweige der Naturlehre zu wiſſen begierig war, ob die bisher angeführte magneto-motoriſche Eigenſchaft der Metalle auch Einfluß auf chemiſche und andere Wirkungen beſitze. Nach den bisherigen Verſuchen hat man dies auf keine einleuchtende Art wahrnehmen können. Die Herren Fourier und Oerſtedt konnten mittelſt einer thermo-elektriſchen aus 13 Elementen beſtehende Kette, welche die Nadel 28° aus dem Meridiane ablenkte, keinen Platindraht von 0,1 Millimeter (0,003 Zoll) zum Glühen bringen; durch eine hydro-elektriſche Kette wurde aber dieſer Draht bis zum Glühen gebracht, obgleich dieſe Kette nur dieſelbe Wirkung auf die Bouſſole äußerte. Dieſer Unterſchied rührt nach Herrn Fourier und Oerſtedt davon her, daß der thermo-elektriſche Strom geſchwächt wird beym Durchgange durch den Platindraht. Während dieſer Draht die Kette ſchloß, zeigte die Nadel nur 2 bis 3° Ablenkung. Auch ein Eiſendraht von $\frac{1}{5}$ Millimeter (0,006 Zoll) im Durchmeſſer ward nicht zum Glühen gebracht.

Wurde die Kette durch dieſen Draht geſchloſſen, ſo war die Ablenkung der Nadel zwar größer als beym Platindraht, betrug jedoch auch nur 5°. Man könnte alſo annehmen, daß ein thermo-elektriſcher Umlauf von mehreren hundert Elementen einen Strom von hinreichender Intenſität hervorzubringen vermag, um einen Metalldraht zum Glühen zu bringen.

Auch konnten durch den thermo-elektriſchen Umlauf keine bemerkbare chemiſche Wirkungen hervorgebracht werden. Selbſt die Flüſſigkeiten, welche die meiſte leitende Kraft beſitzen, widerſtanden ſeiner Einwirkung, z. B. die Salpeterſäure, Natrumauflöſung, mehrere Metallauflöſungen. Blos bey einem einzigen dieſer Verſuche, unter vielen vergeblichen, ſchien einige chemiſche Wirkung zu erfolgen. Man legte nämlich zwiſchen zwey Fünffrankenſtücken, welche ganz neu und von demſelben Jahre waren, eine Scheibe mit ſchwefelſaurer Kupferauflöſung getränkten Löſchpapier, indem man die Vorſicht beobachtete, beyde Münzen mit den Flächen, welche das gleiche Gepräge trugen, mit dem Papier in Berührung zu bringen, und ließ durch beyde Metallſtücke und das befeuchtete Papier den thermo-elektriſchen Strom gehen. Nach einer Viertelſtunde zeigte ſich an einigen Stellen des Silbers eine ganz ſchwache Kupferfarbe; da indeß dieſe Spur metalliſcher Fällung dem, mit ſchwachen Reiben verbundenen, Waſchen nicht widerſtand, ſo glaubten die Beobachter, kein Gewicht darauf legen zu dürfen. Während der Zeit, als die beyden Silberſtücken mit dem Papier einen Theil des Umlaufs ausmachten, zeigte er nicht die geringſte Wirkung auf die Bouſſole, ſo daß dieſes ſchwach beleuchtete Papierblatt den thermo-elektriſchen Umlauf, ſo zu ſagen, völlig unterbrach. Bey einem Zuſtand ſo vollkommener Iſolirung ließ ſich dann auch keine chemiſche Wirkung erwarten. Der ſchwachen Intenſität nach zu urtheilen, welche der Multiplikator im thermo-elektriſchen Umlauf zu erkennen giebt, hat man Grund zu

glauben, daß ein ſolcher Umlauf aus mehreren hundert Elementen beſtehen müßte, um durch ſeinen Strom eine Flüſſigkeit eben ſo ſchnell zu durchdringen, als es die Elektricität einer, aus vier bis fünf Elementen beſtehenden Volta'ſchen Säule vermag. Wahrſcheinlich würde ein ſolcher Apparat denen ähnliche Wirkungen hervorbringen, welche ſich von hydro-elektriſchen aus metalliſchen Elementen von großem Umfang beſtehenden Apparaten erwarten laſſen.

Zu den merkwürdigſten Wirkungen der elektriſchen Ströme gehören die, welche ſie auf den thieriſchen Körper ausüben. Der thermo-elektriſche Umlauf brachte keinen merklichen Geſchmack hervor, wenn man ihn auf die Zunge wirken ließ; wirkte aber auf einen präparirten Froſch wie zwey nicht ſehr verſchiedenartige Metalle. Hiedurch fand man beſtätigt, was für vortreffliche Leiter die Froſchnerven ſind.

Eine thermo-elektriſche Kette von 13 Elementen wirkte auf die empfindlichſten Elektrometer faſt gar nicht; eben ſo wenig ſchien Volta's Condenſator beſtimmte Zeichen von Elektricität in dieſer Kette zu geben.

Ueberhaupt gaben alle ihre Verſuche hinreichend zu erkennen, wie ſchwach die leitende Kraft der Körper für den thermo-elektriſchen Umlauf iſt. Folgender Verſuch gab unter andern Umſtänden das nämliche Reſultat: Es wurde dem großen Umlauf, der aus einem faſt viermal ſo langen als breiten Rechteck beſtand, eine ſolche Lage gegeben, daß die beyden kürzeſten Seiten mit der Nadel der Bouſſole parallel waren. Auf eine dieſer Seiten ſetzte man die Bouſſole, und ließ die anliegenden Elemente in Wirkſamkeit treten. Nachdem man die Abweichung der Nadel beobachtet hatte, veranſtaltete man mittelſt eines Kupferdrahtes die Communication zwiſchen den, von der Bouſſole entfernteſten, wirkenden Theilen, ſo daß alle wirkende Theile einen Umlauf für ſich bildeten. Nachdem der Umkreis des Um-

laufs auf ſolche Art vermindert war, zeigte die Nadel eine ſtärkere Wirkung. Dieſer Unterſchied hätte aber eben nicht merklich ſeyn können, wenn die Fortleitung des thermo-elektriſchen Stroms vom Metall ſelbſt nicht ſo ſchwierig geweſen wäre, daß ein Unterſchied Weges von drey bis vier Fuß eine beträchtliche Veränderung der Wirkſamkeit hervorbrachte. Dabey iſt zu bemerken, daß derſelbe Kupferdraht, welcher zur Schließung der Kette gebraucht wird, wenn dieſe irgendwo unterbrochen wurde, kaum dieſelbe Wirkung hervorbrachte, als die getrennten Theile unmittelbar ſelbſt. Wenn man den, von der Bouſſole entfernteſten Theil des Umlaufs in Wirkſamkeit ſetzte, und eine ähnliche Communication veranſtaltete, ſo nahm die Abweichung der Magnetnadel ab. Dieſe Schwierigkeit der Fortleitung darf übrigens nach der Meynung der Experimentatoren nicht bewundert werden; denn die Elektricität welche in einen Umlauf von Leitern, in Folge ihrer Berührung, ſich entwickelt, muß in dem Maaße fortſtrömen, als ſie die erforderliche Intenſität erhält, den Widerſtand zu überwältigen, welchen dieſe Leiter ihm entgegenſetzen. Es erlangt daher dieſe Elektricität niemals eine hinreichende Intenſität, um mit Leichtigkeit durch den Leiter hindurchzugehen, ſondern bildet einen Strom, ſobald als die Kette nicht das Hinderniß einer großen Iſolation entgegenſetzt. Man ſieht leicht ein, daß die Menge von Elektricität, welche beſtändig in der Kette erregt wird, deſto größer ſeyn muß, ein je vollkommnerer Leiter die Kette iſt. Es wird daher in dem thermo-elektriſchen Umlauf eine weit größere Menge Elektricität erregt als in irgend einem andern. Wenn durch andere Ketten Waſſer, Säuren und Alkali zerſetzt worden ſind, ſo liegt es nicht außer den Grenzen der Wahrſcheinlichkeit, daß wir vielleicht mit einer neuen Kette im Stande ſeyn werden, ſelbſt die Metalle zu zerſetzen, und ſo endlich die große Veränderung in der Chemie, welche mit der Volta'ſchen Säule anfing, vollſtändig zu bewirken.

Auch der Herr v. Relin führt als ſehr bemerkenswerth an, daß bey ſeinen magneto-motoriſchen Verſuchen mit flüſſigen Säuren, Baſen und Salzen mittelſt einfacher metalliſcher Leiter ihm noch nicht gelungen iſt, ſelbſt mittelſt zweyer ſehr gut wirkenden Multiplikatoren (welche doch die E einer ſchwachen Jägerſchen Gold- und Silber-Papierſäule von 500 Scheibchen zu ſichtbaren Funken condenſiren) und eines Condenſators obendrein, bey aller Vorſicht mit Gewißheit eine Spur von freyer Elektricität in einem ſolchen, wenn gleich noch fortwährend magneto-motoriſch wirkenden Drahtende zu entdecken, auch eben ſo wenig irgend eine Spur von freyem Magnetismus darin wahrzunehmen.

Nach den Erfahrungen des Herrn Becquerel*) erfolgt bey der Berührung eines feſten Körpers mit Flüſſigkeiten kein bemerkenswerthes elektriſches Phänomen, mithin keine elektro-motoriſche Wirkung, wenn keine chemiſche Einwirkung der Flüſſigkeiten auf den feſten Körper ſtatt findet. An das eine Ende des Drahtes eines Multiplikators war eine kleine Platinſchale, an das andere Ende aber eine Zange von demſelben Metall angelöthet. Zwiſchen die Arme dieſer Zange wurde ein Streifen chemiſch reines Goldblech, das zur Hälfte mit einem Papierſtreifen umwickelt war, gebracht; hiernächſt wurden die Blättchen in Salpeterſäure, welche kein freyes Salpetergas enthielt, getaucht, und zwar ſo, daß das Papier auch die Säure berührte. Wenn nun das Gold eine elektro-motoriſche Kraft auf die Salpeterſäure ausübte, welche der des Platins entgegengeſetzt wäre, ſo müßte das augenblicklich aus den Abweichungen der Magnetnadel erkannt werden; allein ſie waren nicht ſo bald das Gold befeuchtet war, vorhanden.

Dieſer neue Gegenſtand, welcher zur Feſtſtellung einer Theorie noch nicht geeignet iſt, giebt dem Phyſiker wiederum die höchſt wahrſcheinlichſten Fingerzeige,

*) Annales de chimie et de phyſique. To. XXIV. p. 550. f.

daß Licht, Wärme, Elektricität und Magnetismus in der genaueſten Verbindung unter einander ſtehen. Neuere Forſchungen werden auch dieſe Erſcheinungen, bey welchen noch ſo vieles Dunkele im Hintergrunde liegt, in ein helleres Licht ſetzen.

Magnetometer. (Zuſ. z. S. 480. Th. III.). Herr Will. Scoresby *) hat ein anderes Inſtrument dieſer Art angegeben, womit er merkwürdige Verſuche über die Geſetze angeſtellt hat, nach welchen in dem Eiſen Magnetismus hervorgebracht und wieder zerſtört wird. Es beſteht dies Inſtrument aus einem $3\frac{4}{5}$ Zoll hohen Tiſchchen aus Meſſing, deſſen Fuß auf einer 7 bis 8 Pfund ſchweren Bleyplatte befeſtigt iſt, welche in den Ecken auf Schrauben ruht, mittelſt deren ſich das Tiſchblatt, eine Meſſingplatte $4\frac{1}{2}$ Zoll im Quadrat, genau horizontal ſtellen läßt. An dieſem Tiſchblatt iſt mittelſt Angeln, deren Mittelpunkt ſich $\frac{1}{10}$ Zoll hoch über dem Tiſchchen befindet, eine zweyte Meſſingplatte befeſtigt, welche ſich durch Rad und Getriebe um dieſe Angeln, und alſo um eine horizontale Axe, ſo weit drehen läßt, daß ſie einen Bogen von 250° in lothrechter Ebene oder beynahe drey rechte Winkel durchlaufen kann. Ein an der Seite des Tiſchchens angeſchraubter eingetheilter Kreisbogen mißt den Winkel, welchen dieſe drehbare Platte mit der Tiſchplatte macht. In dieſer drehbaren Platte befindet ſich eine geradlinigte, von der einen Seite zur andern gehende Rinne, in ſenkrechter Lage auf der Axe der Drehung, beſtimmt, die Eiſenſtäbe in ſich aufzunehmen, deren Polarität unterſucht werden ſoll. Eine durch die Platte gehende und herabwärts wirkende Springfeder, durch deren mit einer kreisförmigen Oeffnung verſehenes Ende der Eiſenſtab geſteckt wird, umſchließt dieſen ſo feſt, daß er ſeine Lage nicht verändern kann. Herrn Scoresby's Eiſenſtäbe hatten alle $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer, und die Rinne be-

*) Gilbert's Annalen. B. LXVIII. S. 260. f.

ſaß eine ſolche Tiefe, daß die Axe des Stabes gerade in derſelben Höhe über dem Tiſchchen als die Axe der Angeln, das iſt $\frac{1}{10}$ Zoll lag. Auf dem Tiſchchen befindet ſich eine mit einer Theilung nach Windſtrichen und Graden verſehene Metallplatte, in deren Mitte eine Magnetnadel mit Achathütchen auf einem Stahlſtifte, gleichfalls genau auf $\frac{1}{10}$ Zoll über dem Tiſchchen ſchwebt. Es bleibt daher beym Drehen der drehbaren Platte das Ende des in ihr befindlichen Stabes immer in einerley Abſtand von dem ihm zugewendeten Pole der Nadel. Die Bouſſole aber läßt ſich dem Stabe willkürlich näher oder von demſelben zurückſchieben. Man muß mit Nadeln von verſchiedener Empfindlichkeit verſehen ſeyn, und zu ſehr feinen Verſuchen eine ſehr leichte und ſtark magnetiſirte Nadel wählen.

Elektro-Magnetoſkop (Electro-Magnetoscopium, Electro-Magnetoscope) (N. A.) iſt ein von dem Herrn Akademiker v. Kelin *) angegebenes Inſtrument, welches alle Erſcheinungen, die der Leitungs-Draht in dem Wirkungskreiſe beyder Magnetpole darbietet, auf eine ſehr einfache Weiſe darſtellt, ſo daß über die Erklärung der beym erſten Anblick ſo verwickelt ſcheinenden elektro-magnetiſchen Anziehungen und Abſtoßungen, nicht wohl eine Ungewißheit bleiben kann. Die Einrichtung dieſes Inſtrumentes iſt folgende: In einer viereckigen Platte (fig. 12.) B von Meſſing läßt ſich die eingeſetzte runde Scheibe A in einer Ruthe um und umdrehen, ſo daß die in der Scheibe A, befeſtigten meſſingenen Hülſen c, c′ ſich in die Lage bringen laſſen $\frac{c}{c'}$; c c′; $\frac{c'}{c}$; c′ c. In dieſe Hülſen ſind Glasröhren (a, a) eingekittet, und dieſe haben vorn Meſſingköpfe (b, b) mit Schräubchen, in deren untern Enden ſehr feine Vertiefungen (auspolirte Körner) eingebohrt ſind, damit ſie den ſehr feinen, nadelförmigen

*) Gilbert's Annalen. B. LXVIII. S. 23.

Stahlſpitzen, welche genau in der Schwerpunkts-Axe ſo wohl des auf einer Seite offenen Bogens D d, als des auf beyden Seiten geſchloſſenen e e, als Pfannen bey der Umdrehung oder Rotation dienen können. Durch die Höhlung der Glasröhrchen a a gehen die Leitungsdrähte K und Z, wodurch die Köpfchen b, b mit den Volta'ſchen Platten in Verbindung ſtehen. Des Herrn v. Relins beyde Bogen waren von Meſſing; der größere, geſchloſſene war 64‴ Par. Maas lang, (ee) 10,5‴ breit (m n) bey 0,15‴ Meſſingbreite und 9,35‴ innerer Oeffnung. Die Dicke war etwas über 0,2‴ und des Gewicht betrug 56,55 Gran; das des offenen (inclus. des zu ſeiner Befeſtigung in der Mitte eingeſteckten Korkſtückchens) nur 52,5 Gran. Beyde Bogen waren in allen Lagen äquilibrirt und wurden durch den leiſeſten Zugwind in Bewegung geſetzt.

Mittelſt des Bodenſtücks c c wird die ganze Vorrichtung auf den Vertikalaufſatz eines Branderſchen Azimuthal-Inſtruments aufgeſchraubt, und kann auf ſolche Weiſe nicht nur in jedes magnetiſche Azimuth geſtellt, ſondern auch in jede andere beliebig geneigte Lage gebracht werden. Am bequemſten ſchraubt man unter der Platte c c′ ein Bretchen ein, welches auf der Seite gegen c′ eine Kreisöffnung hat, um einen etwa 15 bis 18 Rhnl. Cub. Zoll Waſſer haltenden Platin-Tiegel aufzunehmen, in welchen auf einem Glaswürfel ein Stück Zink geſtellt wird, während in den Tiegel ſehr verdünnte Salzſäure gegoſſen und die Draht-Verbindung vom Zink- und Platin-Tiegel ab mittelſt der beyden Drähtchen der Glasröhren geſchloſſen wird. Auf dieſe Art hat man den Vortheil, die ganze Vorrichtung rund umher drehen zu können, und bey der Umkehrung der Pole weder die Leitungsdrähte an den Metallen verwechſeln zu dürfen, noch dabey eine Verſchlingung der Drähte befürchten zu müſſen.

Magnium, Magneſium, Talcium, (N. A.) iſt die metalliſche Baſis des Oxydes, welches unter dem

Namen Bittererde, Talkerde längſt bekannt iſt. Davy fand dieſes Metalloid zuerſt im Jahre 1808. Bisher hat dieſes Metall nur in äußerſt geringer Menge abgeſchieden werden können; Davy erhielt es blos als ein dünnes metalliſch glänzendes Häutchen von dunkelgrauer Farbe, welches, bey einer Temperatur, die Spiegelglas erweichen konnte, unſchmelzbar blieb, aber wenn der Zutritt der Luft Statt finden konnte, mit rothem Lichte verbrannte. Es verbindet ſich dies Metall mit dem Sauerſtoff nach den bisherigen Erfahrungen nur in zwey Oxydationsſtufen, die man Oxydul und Oxyd nennen kann. Es läßt ſich zwar das Magniumoxydul nicht iſolirt darſtellen, allein man ſcheint doch Grund zu haben, daſſelbe in Verbindung mit andern Körpern anzunehmen. Eine von dieſen Verbindungen bildet ſich, wenn man geſchmolzenen Phosphor mit Magniumoxyd zuſammenſchüttelt, wobey ein gelbliches Pulver entſteht, das an der Luft ſich von ſelbſt entzündet, und daher als Feuerzeug benutzt werden kann.

Das Magniumoxyd iſt die Bitterſalzerde, reine, gebrannte, oder luftleere Bittererde oder Magneſia.

Davy ſchied das Magnium aus ſeinem Oxyde, indem er das letztere durch Kalium zerſetzte. Es wurde nämlich das Oxyd in einer Platinröhre, unter Abhaltung der Luft bis zum Weißglühen erhitzt, und dann Kalium in Dampfgeſtalt darauf geleitet, und zuletzt etwas Queckſilber in die Röhre gelaſſen, und die Erhitzung noch einige Zeit gelinde fortgeſetzt. Das Kalium desoxydirte hiebey, indem es ſelbſt zum Oxyde umgewandelt wurde, das Magniumoxyd, und das frey gewordene Magnium verband ſich mit dem Queckſilber zum Magnium-Amalgam; welches hierauf durch eine wiederholte Deſtillation zerſetzt und ſo endlich nach Verflüchtigung des Queckſilbers, das Magnium als ein dünnes metalliſches Häutchen erhalten wurde.

M. ſ. *Davy's* elements of chemical Philos. V. I. §. 350. Deutſche Ueberſ. v. Wolff. B. I. S. 320.

Mangan. M. ſ. Braunſteinmetall.

Manometer (Zuſ. z. S. 487. Th. III.). Das unter dem Namen eines **Manometers** von de Sauſſure hier angeführte Inſtrument, womit er vorzüglich die Elaſticität einer verſchloſſenen Luftmaſſe bey verſchiedenen Graden der Wärme und Feuchtigkeit maaß, hat beſonders **Berthollet** *) ſo eingerichtet, daß er damit die Erſcheinungen beobachten konnte, welche während der Vegetation und überhaupt bey Pflanzen und Thieren im lebenden Zuſtande oder nach dem Tode, in der Atmoſphäre vor ſich gehen.

Materia (Zuſ. z. S. 658. Th. VIII.). Die Materie iſt uns nur in der Auſſenwelt gegeben, und daher durch unſere Sinne allein erkennbar. Ihr Weſen oder ihre Subſtanz kann daher auch blos durch Raum- und Zeit-Verhältniſſe beſtimmt werden. Die Beziehung, welche Raum und Zeit auf die Materie hat, beruhet ganz allein auf den Zuſtand ihrer Beweglichkeit und Ruhe, oder auf ihre beſtändige Veränderung. Eine jede Veränderung ſetzt aber eine Urſache, eine Kraft, voraus, wodurch ſie hervorgebracht wird; daher kann keine Materie ohne Kraft gedacht werden. Die Grundvorſtellungen von Subſtanz und Kräften ſind Vorſtellungen, welche in die Philoſophie gehören, und hier mit den mathematiſchen Vorſtellungen von der Bewegung a priori verbunden ſind. Gehn wir von dieſer directen Methode, über das Weſen der Materie Unterſuchungen anzuſtellen, ab, ſo ſind wir zu geſtehen gezwungen, daß wir von allen dieſen Dingen gar nichts wiſſen. Bleiben wir alſo bey dem empiriſchen Begriffe ſtehen, daß die Materie blos das Bewegliche im Raume iſt, und ſuchen nach der angezeigten directen Methode die weſentlichen Eigenſchaften der Materie überhaupt zu beſtimmen; ſo wird ſich ohne Zweifel ergeben, daß keine Materie ohne die beyden Grundkräfte, abſtoßende und anziehende, möglich iſt. Unter allen neuern Philoſophen

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXVII. S. 123 ff.

hat meiner Einſicht nach Kant die gründlichſten Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand aufgeſtellt, welche bey weitem noch nicht widerlegt ſind. Man muß wohl bedenken, daß die Philoſophie hier nichts anders vermag, als blos die Möglichkeit der Materie überhaupt darzuthun. Man muß ſich aber hüten, über das, was den allgemeinen Begriff einer Materie überhaupt möglich macht, hinaus zu gehen, und die beſondere oder ſogar ſpecifiſche Beſtimmung und Verſchiedenheit derſelben a priori erklären zu wollen. Die verſchiedenen ſpecifiſchen Materien, welche in beſtimmte Grenzen eingeſchloſſen ſind, nebſt ihren verſchiedenen Zuſtänden, flüſſig, feſt oder hart, und luftförmig, ſind blos durch Erfahrung erkennbar, und die Geſetze ihrer Wirkung auf einander in einer gewiſſen beſtimmten Sphäre müſſen aus der Erfahrung abgeleitet werden. Sehr wahrſcheinlich ſpielen bey allen Veränderungen dieſer Körper die Imponderabilien, Wärme und Licht, die erheblichſte Rolle. Es ſcheinen dieſe gleich zurückſtoßende und anziehende Kräfte zu beſitzen, und bey der wechſelſeitigen Einwirkung zweyer verſchiedener Materien ein freyes Spiel der Grundkräfte zu bewirken, ſo daß die Richtungen derſelben nach allen Seiten hin gar ſehr verſchieden ſeyn können, ja daß die Richtung der Kraft oft nach einer einzigen Seite hin zu ſeyn ſcheint, wie bey der Kryſtalliſationsbildung. Von der Verbindung der Grundkräfte und ihren Folgen läßt ſich wol noch a priori urtheilen, welche Verhältniſſe derſelben man ſich unter einander denken könne, ohne ſich ſelbſt zu widerſprechen; aber man muß ſich durchaus nicht anmaßen, eine derſelben als wirklich anzunehmen, weil bey der Annahme einer ſolchen Vorausſetzung nothwendig erfordert wird, daß die Möglichkeit von dem, was man annimmt, völlig gewiß ſey, bey Grundkräften aber die Möglichkeit derſelben nie eingeſehen werden kann. Aus dieſem Grunde halte ich die von dem Herrn Hofr. Fries *) ſonſt ſo

*) Die mathematiſche Naturphiloſophie. Heidelb. 1822. 8. S. 451 ff

ſchön und ſcharfſinnig entwickelten Geſetze über die Möglichkeit der ſo äußerſt ſpecifiſch verſchiedenen Materien durchaus in der Natur nicht für gewiß; alle Reſultate, welche durch Anwendung mathematiſcher Analyſe ſind gefunden worden, laſſen ſich auch nach andern, ſelbſt atomiſtiſchen, Vorausſetzungen ableiten. Nach richtigen philoſophiſchen Principien läßt ſich ſchwerlich erweiſen, daß bey einer gegebenen Maſſe die urſprüngliche Anziehung ins Unendliche verſchieden ſeyn kann, vielmehr muß die einzige Beſtimmung als die richtige angenommen werden, daß ſich die anziehende Kraft gerade wie die Menge der Materie oder die Maſſe verhalte. Eben ſo wenig geſtattet die Philoſophie die Folge, daß es auch urſprüngliche Zurückſtoßungskräfte gebe, welche in die Ferne wirken. Nach meiner Einſicht hat auch hier Kant *) die richtigen Momente, worauf ſich die ſpecifiſche Verſchiedenheit der Materien insgeſammt a priori bringen laſſen, dargeſtellt. Nie darf irgend ein Geſetz der anziehenden oder zurückſtoßenden Kraft auf Muthmaßungen oder durch Erfahrung nicht gefolgerten Vorausſetzungen a priori gewagt, ſondern alles, ſelbſt die allgemeine Attraction, als Urſache der Schweren, ſammt ihren Geſetze nur aus Datis der Erfahrungen geſchloſſen werden. Die philoſophiſchen Unterſuchungen über den Begriff der Materie überhaupt belehren uns alſo bloß, daß alle Erſcheinungen oder Wirkungen in der Natur auf anziehenden und zurückſtoßenden Kräften als Grundurſachen beruhen müſſen. Daß aber gleichwol eine ſolche metaphyſiſch-dynamiſche Erklärungsart einen Vorzug vor der mathematiſch-mechaniſchen oder atomiſtiſchen, ſelbſt nach den neueſten Anſichten, beſitze, erhellet aus den Folgenden. In der atomiſtiſchen Lehrart wird zuerſt ein ganz leerer Begriff, der der abſoluten Undurchdringlichkeit der Materie, zum Grunde gelegt, zweyteus

*) Metaphyſiſche Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft. Riga 1787. 8. S. 85 ff.

giebt ſie der Materie auf eine willkührliche Art Kräfte ohne allen Grund, und drittens nimmt ſie Grundformen oder Grundgeſtalten der materiellen Theile an, mit Einſtreuung leerer Räume, ſo wie es das Bedürfniß zu Erklären verlangt, ohne nur auf irgend eine Art erweiſen zu können, daß es wirklich dergleichen gebe. Die dynamiſche Anſicht bringt dagegen alle Erſcheinungen der Natur auf die Grundurſachen, welche durchaus keiner einzigen Erfahrung entgegen ſind, zurück, indem ſelbſt der Atomiſtiker, welcher alles hartnäckig aus der Erfahrung ableiten will, anziehende und zurückſtoßende Kräfte, ohne nur einen Grund davon angeben zu können, annimmt.

Meer (Zuſ. z. S. 533. Th. III.) Ueber den Salzgehalt des Meeres hat unter andern beſonders Herr Gay-Luſſac *) genauere Verſuche angeſtellt. Es hatte nämlich der Seeofficier, Herr Lamarche im Jahre 1816 von ſeiner Rückfahrt von Rio Janeiro nach Frankreich Proben von Meerwaſſer aus verſchiedenen Breiten mitgebracht, welche alle an den Oberflächen des Meeres geſchöpft worden. Die Reſultate, welche Gay-Luſſac ſeinen Verſuchen zu Folge erhielt, ſind in folgender Tafel enthalten:

---

*) Annales de chimie et de physique Tom. VI. p. 63. sqq. Tom. VII. p. 79. sqq. frey ausgezogen in Gilbert's Annalen Th. LXIII. S. 202. ff.

Ort des Schöpfens Breite	Länge	Dichtigkeit bey 8° C.	des Meerwaſſers Salzrückſtand aus 100 Gewth. Meerwaſſer, verbeſſerter
Calais		1,0278	3,48 Gewth.
35° N.	17° W.	1,0297	3,67 —
31°50′	23° 53′	1,0294	3,63 —
29° 4′	25° 1′	1,0294	3,66 —
21° 0′	28° 25′	1,0288	3,75 —
9°59′	19° 50′	1,0272	3,48 —
6° 0′	19° 55′	1,0278	3,77 —
3° 2′	21° 20′	1,0275	3,57 —
0° 0′	23° 0′	1,0283	3,67 —
5°2′S	22° 36′	1,0289	3,68 —
8° 1′	5° 16′	1,0286	3,70 —
12°59′	26° 56′	1,0294	3,76 —
15° 3′	24° 8′	1,0284	3,57 —
17° 1′	28° 4′	1,0291	3,71 —
20°21′	37° 5′	1,0297	3,75 —
23°55′	43° 4′	1,0293	3,61 —
	Mittel	1,0286	3,65 —

Es waren alſo im Mittel in 100 Gewichtstheilen 3,65 Salztheile enthalten. Aus Dichtigkeit und Salzgehalt ſcheint alſo nach Herrn Gay-Luſſac zu erhellen, daß im Canal der Manche und in 10° nördlicher Breite das atlantiſche Meer weniger ſalzig als an allen andern Stellen iſt, und daß die ſüdliche Hälfte dieſes Meers die nördliche etwas an Salzigkeit übertrifft.

Nach Gay-Luſſac kann vermöge theoretiſcher Gründe der Salzgehalt des Meeres nach Verſchiedenheit der Stellen nicht bedeutend verſchieden ſeyn, abgeſehen von einigen örtlichen Urſachen und beſonders von den Flüſſen, welche ihn allerdings verändern könnten. Man habe geſchloſſen, daß bey Abnahme der Temperatur vom Aequator nach den Polen, das Meerwaſſer verhältnißmäßig deſto mehr Salz enthalten müſſe, je mehr es durch die Wärme ausgedehnt ſey. Dieſer Schluß ſey zwar gegründet, aber 15 bis 20° Wärme veränderten, wie Hr. v. Humboldt bemerke, die Dichtigkeit des Waſſers ſo wenig, daß dieſes nur eine völlig unmerkbare Verſchiedenheit in der Salzigkeit nach ſich ziehen würde,

ſo daß wir das Meer als von ungefähr gleichem Salzgehalt an allen Orten anſehen dürften.

Indeſſen könnten noch andere Urſachen die Salzigkeit des Meeres verändern. Längs den Küſten ergöſſen die Flüſſe jährlich in daſſelbe große Maſſen ſüßen Waſſers, während die Verdünſtung an der ganzen Oberfläche gleichmäßig vor ſich gehe. Wären daher die Meere in völliger Ruhe, ſo müßte bald eine bedeutende Verſchiedenheit in dem Salzgehalte an den Küſten und im offenen Meere entſtehen; durch die Strömungen, welche ſtets im Meere ſtatt fänden, werde aber der Salzgehalt immer wieder ins Gleiche gebracht. Herr Gay-Luſſac zweifelt daher nicht, daß an Orten, wo keine Strömungen ſind, das Meer ſalziger als irgendwo anders ſey, und daraus ſcheinen ſich ihm die mehr oder minder ſalzigen Ströme zu erklären, welche nach Hr. v. Humboldt's Meynung das offene Meer durchkreuzten. Wären die Regen und die Menge des verdünſtenden Waſſers verſchieden, ſo müßte auch dieſes die Salzigkeit des offenen Meeres verändern; er glaube daher daß in der That in den nördlichen Gegenden mehr Waſſer aus der Atmoſphäre herabfalle als verdunſte, weil alle ſüdlichen Winde mehr Feuchtigkeit dorthin brächten, als die Nordwinde nach den Wendekreiſen zurückführten; und dadurch würde alſo die Salzigkeit nach dem Aequator zu vermehrt werden.

Aus ähnlichen Gründen müßten eingeſchloſſene Meere einen ganz andern Salzgehalt als das offene Weltmeer haben. In der That ſey ſo z. B. die Dichtigkeit des Waſſers der Oſtſee zwiſchen Laland und Femern nach Hr. v. Buch nur 1,0094 bey 19° Cent., und nach den Herren Lichtenberg, Pfaff und Link enthalte es in 100 Gewth. nur 1,18 Gewth. Salz, ſey alſo nur den dritten Theil ſo ſalzig, als das Waſſer des Oceans. Die Oſtſee erhalte daher mehr Waſſer, als ſie verliere, und müſſe ſich beſtändig fort durch den Sund in das Nordmeer ergießen. Dagegen verliere das mittelländi.

ſche Meer mehr Waſſer durch Verdunſtung, als es von den Flüſſen und aus der Atmoſphäre erhalte, und es müſſe in dieſem Falle der Ocean, vielleicht auch das ſchwarze Meer, daſſelbe mit Waſſer verſehen.

In Waſſer, welches völlig ruhig wäre, finde Gleichgewicht in den obern Schichten, ſo wol bey gleichförmiger Dichtigkeit der ganzen Waſſermaſſe, als bey zunehmender Dichtigkeit von der Oberfläche herabwärts Statt, und im letztern Falle würde das Waſſer in der Tiefe an Salzigkeit zunehmen. Geſetzt aber, es habe urſprünglich einerley Dichtigkeit überall in der ganzen Ausdehnung der Meere Statt gefunden, ſo wäre es unmöglich, daß jetzt der Salzgehalt in der Tiefe merklich größer als an der Oberfläche ſeyn könnte, da die Verdünſtung und Eisbildung, welche an der Oberfläche vor ſich gehen, dem Regen und den Flüſſen völlig das Gleichgewicht halten. Sehr wahrſcheinlich ſey der Salzgehalt des Meeres an der Oberfläche und am Boden nicht verſchieden. Gegen dieſe Meynung hatten die Herren d'Arcet und v. Humboldt Einwürfe gemacht, und ſich auf Thatſachen berufen, welche dieſelbe zu widerlegen ſchienen. Nach Herrn d'Arcet findet ſich nämlich in den großen Behältern, in welchen man die Natron-Auflöſungen zur Bereitung der Seife aufzuheben pflegt, die Auflöſung am Boden ſtets ſtärker mit dem Alkali als an der Oberfläche geſchwängert, auf eine ſo auffallende Art, daß jeder Arbeiter ſie bemerkt hat. Auch der Herr v. Humboldt beruft ſich auf eine ähnliche Bemerkung beym Kochſalze; in den Salzbrunnen iſt nämlich das Waſſer am Boden reicher an Salz als an der Oberfläche. Vermöge des größern ſpecifiſchen Gewichtes ſollen ſich die Salztheile in dieſen Fällen allmählig vom Waſſer trennen und in die Tiefe ſinken, und d'Arcet bemerkt noch, daß ſich am Boden des Meers bedeutende Maſſen von Steinſalz befinden könnten. Nach Herrn Gay-Luſſac würde ohne Zweifel dieſer Schluß richtig ſeyn, wenn wir es im Meere mit einer geſättigten Auf-

löſung zu thun hätten. Daß aber in nicht geſättigten Auflöſungen die Salztheile ſich durch ihr ſpecifiſches Gewicht von der Flüſſigkeit trennen ſollten, ſey durch keine Thatſache nachgewieſen. Denn in Salzbrunnen drängen mit der Salzquelle zugleich wilde oder weniger reiche Salzwaſſer ein, und daß dieſe ſich an der Oberfläche hielten, ſey natürlich. Eben ſo ſeyn nicht alle Natronlaugen, die man in die Behälter bringe, von gleicher Stärke, und es müßten ſich die ſtärkern am Boden, die ſchwächern an der Oberfläche ſetzen, wie etwas ähnliches jedesmal geſchehe, wenn man Schwefelſäure auf Waſſer gegoſſen habe, ohne zu ſchütteln. Die Natur arbeite im Großen nicht nach andern Grundſätzen, als im Kleinen, und es ſeyn die Auflöſungs-Prozeſſe mitten im Meere und in unſern Laboratorien ein und dieſelben.

Zur Behauptung ſeiner Meynung führt Gay-Luſſac einige von ihm zu dieſer Abſicht angeſtellten Verſuche an. Der erſte Verſuch iſt folgender: er füllte eine 0,02 Meter weite und 2 Meter lange an dem einen Ende zugeſchmolzene Glasröhre mit einer geſättigten Auflöſung Kochſalz, pfropfte ſie genau zu, und ſtellte ſie aufrecht in einem Keller. Selbſt nach 20 Monaten zeigte ſich kein Salz im untern Theile der Röhre abgeſetzt, welches doch bey dieſen günſtigen Umſtänden hätte geſchehen müſſen. Der andere Verſuch war folgender: Am Boden eines Kolbens hatte ſich Salpeter ſchon kryſtalliſirt. Dieſer Kolben, welcher ganz mit der Mutterlauge angefüllt war, wurde umgekehrt, in ein Gefäß mit derſelben Mutterlauge angefüllt geſetzt, und ſo 8 Monate lang im Keller der Königlichen Sternwarte ſtehen gelaſſen, in welchem die Temperatur ſich das ganze Jahr über nur um $\frac{1}{10}$° c. ändert. Am Ende dieſer Zeit war an den Salpeterkryſtallen keine Verminderung ſichtbar, und doch würde, wenn die Salztheilchen aus der Auflöſung zu Boden geſunken wären, das kryſtalliſirte Salz mit bloßem Waſſer in

Berührung geweſen ſeyn, und würde ſich alſo haben auflöſen müſſen. Durch einen dritten Verſuch hatte ſich Gay-Luſſac überzeugt, daß, wenn man Salz und Waſſer mit einander in Berührung bringe, ganz gegen die Meynung einiger Chemiker, ohne Beyhülfe von Wärme eine Salzauflöſung entſteht, welche gerade ſo ſtark geſättigt iſt, als eine in der Wärme bereitete, welche man während einer hinlänglichen Zeit hat abkühlen laſſen, um einerley Temperatur mit der erſtern anzunehmen. Durch dieſe Verſuche hält es Gay-Luſſac für ausgemacht, daß die Salztheilchen einer geſättigten Salzauflöſung, welche in ihrer Temperatur unverändert bleibt, ſich nicht vermöge ihres größern ſpecifiſchen Gewichtes abſcheiden. Er möchte ſie zugleich auch für hinreichend halten, zu beweiſen, daß der Salzgehalt des Meeres im Ganzen derſelbe an der Oberfläche und tiefer herabwärts ſeyn müſſe.

John Murray hat durch eine genaue Analyſe des Meerwaſſers aus dem Firth of Forth (dem tief in das öſtliche Schottland hineingehenden Meerbuſen) angeſtellt, und gefunden, daß dieſes Meerwaſſer in 100 Gewichtstheilen enthält

ſalzſaures Natron	2,180	Gwth.
ſalzſaure Magneſia	0,486	—
ſalzſauren Kalk	0,078	—
ſchwefelſ. Natron	0,350	—
	3,094	—

Zuſ. zu 662. Th. VI. So viele Beobachtungen und genaue Unterſuchungen auch in den neuern Zeiten über das Leuchten des Meeres ſind gemacht worden, ſo ſcheint man doch darüber noch nicht gänzlich aufs Reine gekommen zu ſeyn. Der Herr Prof. Plac. Heinrich iſt der Meynung, daß die Frage über das Leuchten des Meers ihm zur Zeit hinreichend beantwortet, und nunmehr die Acten darüber unter dem Commando des Herrn v. Kruſenſtern als geſchloſſen ſeyn. Wenn man den Italiänern das Verdienſt nicht abſprechen könne, zuerſt auf die wahre

Urſache dieſer Phosphorescenz verfallen zu ſeyn, ſo gebühre doch den gelehrten Männern der viel umfaſſenden Expedition des Herrn v. **Kruſenſtern** das Lob, nicht allein das bewußte Phänomen in ſeiner vollen Ausdehnung beobachtet, ſondern auch am zuverläſſigſten beſtimmt und erläutert zu haben. Bereits im Jahre 1804 habe Herr v. **Langsdorf** an Herrn Hofr. v. **Blumenbach** in Göttingen geſchrieben: "Meine ſehr zahlreichen Beobachtungen über das Leuchten der See geben mir das ganz unbezweifelbare Reſultat, daß dieſes Phänomen von den darin lebenden blutloſen Thieren mannigfaltiger Art bewirkt werde; wobey mir beſonders merkwürdig ſcheint, daß ich in der Südſee und nun hier im ruſſiſchen Nordarchipelagus gerade eben dieſelben kleinen Gattungen von kleinen Krebſen, Squillen, Beroën und Salpen u. ſ. gefunden, die ich auch im atlantiſchen Ocean gefiſcht und leuchtend gefunden habe." Herr Hofrath **Tileſius** an eben denſelben 1805: "Hier im japaniſchen Meer rührt das Leuchten der See meiſt von einer unſäglichen Menge kleiner, faſt mikroſkopiſcher Krebſe und Garneelen von verſchiedener Art her. Selbſt ihre Eyer leuchten des Nachts dermaßen, daß der Hafen von **Nangaſaki** wie ein Feuermeer ausſieht. Uebrigens ſind es auch außerdem mancherley Molluſca als Meduſen, Beroën Nereiden, Globularien, Doriden u. a. m. — Ein ſonderbar eigenes Geſchlecht leuchtender Molluskfen aus der Südſee habe ich unter dem Namen Telephorus australis beſchrieben und abgebildet *)."

Herr D. **Horner** ſetzt noch hinzu: "Schwerlich wird ein Leuchten des Meers anders, als von kleinen lebenden Seegeſchöpfen veranlaßt. Von faulenden Subſtanzen (welchen man das Phänomen hat zuſchreiben wollen) iſt ſchwerlich im Meere viel zu finden, wo die ungeheure Menge von großen und kleinen Raubthieren

---

*) Voigt's Magazin. Th. XII. S. 505. Gilbert's Annalen. B. LXI. S. 56 f. S. 318 ff.

nicht leicht etwas unverzehrt läßt. Was wir von Elektricität wiſſen, paßt auch zur Erklärung dieſer Erſcheinung um nichts beſſer, als zu der von ſo manchen andern leuchtenden Subſtanzen, die wir phosphoreſcirend nennen, und die eben ſo wenig deutliche Gemeinſchaft damit haben. Erſchütterung (wohl mehr der leuchtenden Thierchen, als des Waſſers ſelbſt) ſcheint wohl ein vorzügliches Erregungsmittel zu ſeyn, ohne gerade eine nothwendige Bedingung des Leuchtens auszumachen [α])."

Der Herr Hofrath Oken [β]) will aber dagegen durch genaues Unterſuchen wahrgenommen haben, daß das Leuchten des Meers nicht von Meduſen und kleinen Thierchen herrühren könne, indem es ihm unmöglich geweſen iſt, dergleichen Thierchen in dem leuchtenden Meerwaſſer durch ein Mikroſkop zu entdecken. Auch der Königl. Schwed. General-Feldzeugm. Herr Hellwig [γ]) bemerkt, daß er am ſchwarzen Meere und auch an der Küſte von Italien nie Thiere gefunden habe, obgleich das Meerwaſſer an denjenigen Stellen, wo der Lichtſchein am ſtärkſten war, geſchöpft wurde; vielmehr zeigte ſich beſtändig das Waſſer klar und durchſichtig. Am Einfluß des ſchwarzen Meeres in den Kanal von Conſtantinopel iſt auf der aſiatiſchen Seite eine kleine Bucht, welche ganz von hohen Bäumen beſchattet wird, ſo daß die Sonne nie darauf ſcheinen kann. Das Waſſer dieſer Bucht hat Herr Hellwig nie leuchtend gefunden, obgleich er außerhalb derſelben in windſtillen Nächten durch einen Stock und mit der Hand das Leuchten auf der Oberfläche des Waſſers hervobringen konnte. Er äußert hiebey den Gedanken: könnten die größern Meere nicht Lichtmagnete ſeyn? Den Einwurf, daß, wenn das Meer eine ſolche Eigenſchaft hätte, ohne alle Ausnahme alle Meeresflächen leuchten müßten, könne er nicht als einen Beweis der

---

α) Voigt's Magazin. Th. XII. S. 506.
β) Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XXX. S. 231 f.
γ) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. L. S. 126 ff.

Unſtatthaftigkeit ſeiner Idee anſehen, da beſondere Urſachen das mehrere oder mindere Anhäufen der Lichtmaterie an ihren Oberflächen beſtimmen könnten. Und wenn das Leuchten allein von Thieren herrührte, müßten nicht stets alle ſtillſtehenden Seen und alle Ströme leuchten, die, im Verhältniß zu ihrer Größe ungleich mehr von ſolchen Thieren in ſich faßten, als die großen Weltmeere? Er glaube, daß in 100 Tonnen von dem meiſt leuchtenden Meerwaſſer nicht ſo viele kleine Thiere enthalten ſeyn, als in einem kleinen Eimer Waſſer aus einem kleinen Landſee und Fluß. Die kleinen leuchtenden Punkte, welche man bey ganz ruhiger See bemerkt habe, rührten von kleinen Fiſchen her, welche an der Oberfläche des Waſſers ihre Nahrung ſuchten, und ſie punktweiſe in Bewegung ſetzten. Zuweilen ſehe man lange ſchlangenförmige leuchtende Linien auf der Waſſerfläche, wenn größere Fiſche ſo nahe an der Oberfläche ſchwämmen, daß ſie dadurch in Bewegung geſetzt werde, oder wenn ein Theil von dem Rücken des Fiſches über das Waſſer herausrage. Das ſchönſte Schauſpiel ſey, wenn mehrere Delphine auf einer Stelle ihre Sprünge machten.

Dieſen Beobachtungen zu Folge ſcheint es alſo noch nicht allgemein wahr zu ſeyn, daß das Leuchten des Meerwaſſers ganz allein von den kleinſten Seethieren verurſacht werde; vielmehr ſcheinen die zuletzt angeführten Beobachtungen zu erkennen zu geben, daß das Sonnenlicht, welches den Tag über das Meerwaſſer beſcheint, eine vorzügliche Rolle dabey ſpiele. Es ſind daher wohl noch mehrere und ſorgfältigere Beobachtungen zu machen nöthig, ehe man auf eine beſtimmte und ſichere Urſache über das Leuchten des Meerwaſſers zu ſchließen berechtigt iſt.

(Zuſ. z. S. 540. Th. III.) Eine beſondere Aufmerkſamkeit auf die Strömungen in der Oſtſee, und auf das Steigen und Fallen dieſes Meerbuſens hat der Kanzleyrath **N. G. Shulten** *) verwendet. Dieſe Bewegung

---

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXVI. S. 314 f.

des Meerwaſſers iſt vorzüglich an weit hervorſpringenden Vorgebirgen, und noch mehr in ſchmalen Meerengen, welche zwiſchen größerm Binnenwaſſer liegen, und durch die das Waſſer, während es ſteigt oder fällt, in Menge hindurch fließen muß, bemerkbar. Im Sommer ereignen ſich ſelten bedeutende Bewegungen; im Herbſt dagegen iſt die Meeresfläche öfters hoch; ſtarke Abwechſelungen zwiſchen hohem und niedrigem Waſſer, und umgekehrt, ſind häufig, und die Strömungen werden veränderlich und unruhig. Im Winter läßt ſich dieſer Wechſel nicht ſo deutlich bemerken, hat doch aber auch Statt, wie man ſich aus dem Aufſteigen des Waſſers über dem Eiſe am Strande überzeugen kann. Dadurch entſtehen bey Winterfluthen die großen Eisborſten, welche von den Scheerenbewohnern vråkar oder råkar genannt werden, ſich in dem Eiſe der großen Binnenwaſſer finden, von einem Ufer queer zum andern laufen, ſich gemeiniglich alle Jahr an denſelben Stellen zeigen, und zuweilen 2 bis 3 Ellen breit ſind, ſo daß man ohne Brücke nicht darüber kommen kann.

Bey ſchönem Wetter und langer Windſtille iſt die Oberfläche der Oſtſee ruhig und gemeiniglich niedrig oder in ihrer mittleren Höhe. Bey trüber oder regnigter Witterung, und beſonders bey dem ſtarken Naßniedergehen, kurz vor oder im Anfange heftiger Stüme iſt ſie dagegen hoch aufgetrieben, und ihr Stand ſehr abwechſelnd. Herr Schulten hat wahrgenommen, daß dieſe und ähnliche Veränderungen in der Meeresfläche mit den Veränderungen in dem Barometerſtande zuſammenhängen. Er iſt daher der Meynung, daß ihre Urſache in der veränderlichen Kraſt der Atmoſphäre oder der Luftmaſſe zu ſuchen ſey, welche nämlich durch ihren ungleichen Druck die Waſſerfläche bald niederdruckt, bald erhöht. Steigt das Waſſer, ſo fällt das Barometer, und fällt das Waſſer, ſo ſteigt das Barometer; je mehr das Barometer oder je ſchneller es ſinkt und ſteigt, deſto veränderlicher iſt die Bewegung des Meeres. Aus dieſer ſteigenden und fallen-

den Bewegung des Meerwaſſers haben ſich beſonders die Bewohner in den äußerſten Scheeren eine ſolche beſtimmte und genaue Vorausſagung der Witterung verſchafft, daß jeder aufmerkſame Meteorolog darüber erſtaunen muß.

(Zuſ. z. S. 544. Th. III.) Ueber die allmählige Abnahme des Meeres haben in den neuern Zeiten einige Naturforſcher einige Ideen und vermeintliche Thatſachen aufgeſtellt, welche dieſe ſehr merkwürdige Erſcheinung außer allem Zweifel ſetzen ſollen. Herr Chladni [α]) entwarf einige kosmologiſche Ideen über die Vermehrung und Verminderung der Maſſe eines Weltkörpers überhaupt, durch welche er ſeiner Hypotheſe über die Entſtehung der Meteorſteine ein größeres Gewicht zu geben glaubte. Er ſtellte dieſe beyden Hauptſätze auf: 1. es können zu einem Weltkörper Theile als elaſtiſche Flüſſigkeit hinzu oder von ihm abkommen, und 2. es können auch zu einem Weltkörper Theile als feſte Maſſen hinzu oder von ihm abkommen. Herr Chladni ſuchte dieſe Sätze aus bekannten Erſcheinungen luftförmiger Stoffe, und aus ſehr ſtarken vulkaniſchen Eruptionen, die in einem Weltkörper ſich ereignen können, abzuleiten und zu erklären. So ſcharfſinnig auch dieſe ſeine Vorſtellungen durch bekannte Thatſachen unterſtützt ſind, ſo ſind ſie doch bey genauerer Unterſuchung mit den allgemeinen mathematiſchen mechaniſchen Geſetzen in keine Vereinigung zu bringen.

Herr F. Peron [β]) erzählt mehrere merkwürdige Ereigniſſe über die Entſtehung einer ungeheuren Anzahl kleiner, theils einzeln zerſtreueter, theils gruppenweiſe zuſammenliegender Inſeln, welche über 1000 Lieues vom feſten Lande mitten im Meere ſich befinden, wo durch das Senkbley die Tiefe nicht angegeben werden kann, und welche noch jetzt im Wachsthum zu ſeyn ſchienen. Daß dieſe Inſeln ihre Entſtehung keiner vulkaniſchen Eruption zu verdanken haben, ſondern vielmehr eine Schöpfung vieler

---

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XIX. S. 257 ff.
β) Ebendaſelbſt. B. XXI. S. 24.

Jahrhunderte andeuten, dies lehren einſtimmige Beobachtungen. Es kann daher keine Urſache nach Peron ſeyn, als daß das Meer von ſeiner urſprünglichen Höhe beträchtlich abgenommen, mithin eine Verminderung des Meeres Statt gefunden habe. Was aber aus dem Meerwaſſer geworden ſey, indem es allmählig von den Gipfeln der in ſeinem Schooße erzeugten Berge herabgeſunken ſey, iſt nach Herrn Peron ſchwer zu erklären.

Auch Herr Lor. Luigi Linuſſio *) bemerkt, daß das Meer eine allmählig immer zunehmende Verminderung erleidet, welche zur Vergrößerung des feſten Landes beyträgt, indem die Maſſe des Meerwaſſers immer geringer werde. Nieder-Aegypten, durch den Nilſchlamm gebildet, Holland und die niedrigen Küſtenländer von Amerika, wären ehemals vom Meere bedeckt geweſen, und ſeyen jetzt trockenes Land und blühende Gefilde. Viele Länder in Europa und Aſien hätten, nach ſicheren Nachrichten, an Umfang gewonnen, weil das Meer zurückgetreten ſey. Das berühmte Aquileja ſey zu den Zeiten der Römiſchen Republik noch ein wichtiger Hafen geweſen; jetzt liege es mitten im Lande, und wo ſonſt Waſſer geweſen wäre, da trieben jetzt üppige Gewächſe. Bey einer ſolchen Verminderung des Waſſers ſey es aber zu behaupten ungereimt, daß das Waſſer vernichtet werde; vielmehr könne man als ein allgemeines Naturgeſetz annehmen daß die Auflöſung des einen Weſens die Bildung des andern bewirke, und daß alles nur Veränderung der Bildungsgeſtalten und der Zuſammenſetzungen ſey. Herr Linuſſio ſucht die Verminderung des Meeres aus folgender ſehr unwahrſcheinlicher Hypotheſe zu erklären: Vermöge der anziehenden Kraft der Himmelskörper, durch welche die Ebbe und Fluth bewirkt werde, können eine Menge von Theilchen von der Oberfläche des Meeres losgeriſſen werden, welche in der Atmoſphäre zerſetzt und flüchtiger würden, ihre Anziehung gegen den Mittelpunkt

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXI. S 323. ff.

der Erde verlören und in den Zwiſchenraum zwiſchen unſerer Atmoſphäre und der Atmoſphäre anderer Himmelskörper geriethen; ungefähr wie das Licht, welches ohne alle Schwerkraft in den unendlichen Himmelsraum ſich verbreite. Auf ſolche Art finde man ein beſtändig dauerndes Mittel, um die allmählige, in Jahrhunderten erſt merkliche, Abnahme des Meeres zu erklären. Außerdem werde aber auch ſehr vieles Waſſer zur Bildung, Auflöſung und Zerſetzung unendlich vieler Körper verbraucht. Viele Körper, welche zu ihrer Bildung Waſſer gebraucht hätten, löſeten ſich zwar wieder auf; allein die Mineralien würden nicht ſo leicht zerſtört, und behielten alſo das Waſſer, was einmal zu ihrer Bildung verwandt wäre, und erſetzten dieſen Verluſt dem Meere nicht wieder. Selbſt die Fiſche und Seethiere ſaugten durch ihre Schalen und kalkartigen Gehäuſe einen großen Theil des Meerwaſſers ein. Verbände man damit die Wirkung der Vulkane, welche eine unermeßliche Menge Waſſer verbrauchten, ſo habe man eine neue und ſehr ergiebige Quelle die Abnahme des Meeres zu erklären. Da nach der Meynung des Herrn Linuſſio das Meerwaſſer beſtändig eine allmählige Verminderung erleidet, ſo vermuthet er, daß einmal eine Zeit kommen werde, wo ſich die Erde ganz trocken und ohne alle Flüſſigkeit befinde; daher werde man auch einſt eine neue Ordnung von Geſchöpfen entſtehen ſehen, welche jetzt unbekannt, deren Keime aber ſchon vorhanden ſeyn.

Meines Erachtens ſind alle dieſe Erfahrungen nicht hinreichend, die Abnahme des Meeres dadurch zu beweiſen. Es iſt und bleibt das allgemeine Naturgeſetz, alle erſchaffene Materie bleibt im Ganzen unvermehrt und unvermindert; dabey findet aber eine ununterbrochene Veränderung aller Materie von einem Zuſtand in den andern Statt. Höchſt unwahrſcheinlich entflieht irgend eine an unſern Erdkörper gefeſſelte Materie von demſelben; denn keine einzige Erfahrung berechtiget uns, dies anzunehmen, und theoretiſche Gründe geben vielmehr

gerade das Gegentheil. Sollte alſo wirklich eine Verminderung des Meeres erfolgen, ſo müßte nothwendig das Waſſer durch Zerlegung oder Zerſetzung ſolche Formen annehmen, aus welchen nie wieder Waſſer entſtehen könnte. Allein, ſo vieles Waſſer auch in dem Thier-, Pflanzen- und Mineral-Reiche zur Entſtehung, Wachsthum und Erhalten verbraucht wird, ſo lehren doch eine unendliche Menge von Erfahrungen, daß das in ſeine Grundſtoffe zerlegte und eine Zeitlang gebundene Waſſer durch andere Naturoperationen wieder in Waſſer verwandelt werde. Daher ſcheint es mir, daß ſich das Meerwaſſer gar nicht vermindern könne. Sehr weiſe ſcheint in der Natur das Verhältniß zwiſchen der Größe der Meere und der Größe des feſten Landes abgemeſſen zu ſeyn, damit durch eine angemeſſene Feuchtigkeit das feſte Land nie durch Trockenheit unfruchtbar, und für die Thiere auf dem Lande unbewohnbar werden könne. Wir haben alſo durchaus gar keinen Grund anzunehmen, daß das Meeewaſſer ſich nach und nach vermindere. Sollten aber auch wirklich einige ſcheinbare Thatſachen vorgefunden werden, welche auf die Abnahme des Meerwaſſers ſchließen ließen, ſo werden ſie ſich ohne Zweifel aus ganz andern Gründen erklären laſſen, als daß man gegen die allgemein anerkannten Naturgeſetze eine wirkliche Abnahme des Meerwaſſers annehmen und vorausſetzen wollte.

Da von der Menge des Salzgehaltes zugleich auch die Dichtigkeit und das ſpeciſiſche Gewicht des Meerwaſſers abhängt, ſo läßt ſich leicht denken, daß bey den neuern Unterſuchungen über den Salzgehalt des Meers auch neuere Beſtimmungen über das ſpeciſiſche Gewicht deſſelben Statt fanden. John Davy *) fand auf ſeiner Reiſe nach Ceylon das ſpeciſiſche Gewicht desjenigen Meereswaſſers, welches auf der Oberfläche geſchöpft worden war, nördlich vom Aequator, das Mittel aus

*) Gilbert's Annalen. B. LXIII. S. 183. ff.

21 Abwägungen = 1,0266; ſüdlich vom Aequator das Mittel aus 15 Abwägungen = 1,0258; und zwiſchen den Wendekreiſen, nach 16 Abwägungen = 1,0269. Das zu dieſen Abwägungen nöthige Waſſer wurde ſogleich nach deſſen Schöpfen geprüft. Dagegen wurde dasjenige Meereswaſſer, welches von Marcet und Gay-Luſſac zur Prüfung des ſpeciſiſchen Gewichtes angewendet wurde, erſt nach einem langen Transporte in Flaſchen zu dieſem Zwecke gebraucht. Nach Marcet's [α]) Unterſuchungen ergab ſich das mittlere ſpeciſiſche Gewicht des nördlichen Meerwaſſers = 1,02757, unter dem Aequator = 1,02777, und des ſüdlichen Meerwaſſers = 1,02919; überdem fand er noch, daß ſich das ſpeciſiſche Gewicht des Meerwaſſers mit den geographiſchen Längen nicht ändert. Nach Horner [β]) iſt bey einem Wärmegrad von 12°,5 C. das ſpeciſiſche Gewicht des Meerwaſſers im Mittel = 1,027.

Ueber die Temperatur der verſchiedenen Meere, und der verſchiedenen Tiefe ein und deſſelben Meeres haben mehrere Phyſiker und Reiſende in den neuern Zeiten Unterſuchungen angeſtellt. Herr Peron [γ]) bey Baudin's Entdeckungsreiſe unterſuchte die Temperatur des Meers an der Oberfläche, unweit der Küſten in verſchiedenen Tiefen, und in großen Tiefen auf der offenen See in dem Gürtel zwiſchen 49° nördlicher und 44° ſüdlicher Breite. Zur Erforſchung der Temperatur des Meeres an der Oberfläche ſtellte er täglich viermal, um 6 Uhr Morgens, zu Mittag, um 6 Uhr Abends und um Mitternacht Verſuche an, aus welchen er folgende Reſultate zog. Auf offener See iſt das Waſſer an der Oberfläche 1. um Mittag kälter; 2. um Mitternacht dagegen wärmer, als die Luft; 3. Morgens und Abends hat es mit der Luft ungefähr einerley Temperatur; 4. Nimmt man das Mittel aus gleich vielen der täglich viermal angeſtellten Ver-

α) Gilbert's Annalen. B. LXIII. S. 114. ff.
β) Ebendaſelbſt. S. 159. ff.
γ) Journal de physique T. LIX. p. 361. in Gilbert's Annalen der Phyſik ausgez. Th. XIX. S. 427.

ſuche, ſo erhält man für das Meerwaſſer immer eine etwas höhere Temperatur als für die Luft, in welcher Breite auch die Verſuche angeſtellt ſeyn mögen. Aus dieſen Reſultaten ſucht Peron die alte Meynung, daß die Wellenbewegung im Meerwaſſer eine Erhitzung bewirke, zu widerlegen; ſeinen Verſuchen zu Folge iſt ſie vielmehr eine Täuſchung, welche darauf beruht, daß, wenn ein Sturm, der kalte Luft von den Polen herbeyführt, das Meer in Aufruhr ſetzt, die Luft verhältnißmäßig viel ſchneller und ſtärker als das Waſſer erkältet wird, theils unmittelbar durch ihn, theils dadurch, daß bey der ſo ſehr vermehrten Berührungsfläche des ſchäumenden Waſſers mit der Luft die Verdunſtung erhöhet wird. Die abſolute Temperatur des Meerwaſſers, welches bewegt wurde, fand er vielmehr immer vermindert, und das um ſo mehr, je ſtärker es ſtürmte, und je kälter der Wind war; ſie nahm aber beſtändig weniger ſchnell ab, als die Temperatur der Luft, ſo daß, während z. B. die Luft 6° Wärme verliert, die Wärme des Waſſers nur um 1° abnimmt. Peron ſchließt alſo daraus, daß die relative Wärme der Wellen beym Sturme erhöhet wird, ihre abſolute Wärme aber immer abnimmt.

Die Beſtimmungen der Temperatur des Meeres in den Tiefen waren mit zum Theil großen Schwierigkeiten verbunden. Sein Apparat beſtand aus einem Queckſilberthermometer mit einer Skale auf Elfenbein, das ſich in einem gläſernen Cylinder befand. Dieſer war in einen hölzernen Cylinder eingeſenkt, und darin mit Kohlenſtaub umgeben; der hölzerne befand ſich wieder in einem metallenen Cylinder, und der Zwiſchenraum beyder war mit Talg ausgegoſſen. Seine vorzüglichſten mit dieſem Apparate angeſtellten Verſuche ſind folgende: Mitten im atlantiſchen Meere ließ er denſelben bis zu einer Tiefe von 500 Fuß hinab; hier ruhete er 5 Minuten lang; dann wurde er wieder heraufgezogen, wozu 12 Minuten Zeit nothwendig waren. Die Lufttem-

peratur zeigte 24° C. die des Meeres an der Oberfläche 24°7; das heraufgezogene Thermometer ſtand auf 20°. In der offenen See wurde der Apparat bis zu einer Tiefe von 1200 Fuß hinabgelaſſen, wo er 1 Stunde und 50 Minuten ruhig erhalten wurde; beym Zurückziehen verliefen 17 Minuten Zeit; nun fand man das Thermometer auf 7°,5 C. ſtehend, indeß die Temperatur der Luft 25°,7 und die des Meeres an der Oberfläche 24°,5 zeigte. Zuletzt ließ Peron ſeinen Apparat zu einer Tiefe von 2144 Fuß unter der Meeresfläche hinab; nach 75 Minuten wurde er heraufgezogen, wozu die Zeit von 45 Minuten erforderlich war; das heraufgezogene Thermometer zeigte 5° C. bey der Temperatur der Atmoſphäre von 25°, und der des Waſſers an der Oberfläche des Meers 24,°8 C.

Gegen dieſe letzten Verſuche bemerkt Herr Caſtberg *) ganz richtig, daß die gefundenen Reſultate nicht ganz richtig ſeyn können, indem auf das Herausziehen des Apparats eine ſo große Zeit verfloß, daß während derſelben das Thermometer nothwendig wieder ſteigen mußte. Bey der zuletzt angegebenen Tiefe von 2144 Fuß des Herrn Peron berechnet daher Herr Parrot die Temperatur des Meeres in dieſer Tiefe zu — 2°,5 C. Dies Reſultat ſcheint mit den Verſuchen der Herren Horner und Capit. Roß, welche die Temperatur des Meeres in gewiſſen Tiefen unter 0° C. fanden, zuſammenzuſtimmen. Indeſſen ſind auch ſelbſt dieſe Reſultate noch einigen Zweifeln unterworfen wegen der Schwierigkeiten, welche bey dieſen Beobachtungen nicht zu vermeiden ſind. So viel ſcheint aber gewiß zu ſeyn, daß der Meeresgrund ſelbſt nirgends mit Eis bedeckt iſt. Capit. Wauchope fand wenige Grade vom Aequator die Temperatur der Meeresoberfläche = 23° C, in 1000 Faden Tiefe = 5°,5; Roß unter 72°22′ nördl. Breite bey 500 Faden Tiefe + 1°,6 C und bey 1050 Faden

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XIX. S. 544.

−1°,7 C. Herr Horner *) fand die Temperatur (nach Reaum. Skale und den Faden zu 6 Fuß engl. gerechnet)

in der Südſee in der nördlichen Breite von 23° bey der Tiefe von 120 Faden im Juni 13°,3 Reau.

im japaniſchen Meere in der nördl. Breite von 27° und 100 Faden Tiefe im November 14°,3 Reau.

im atlantiſchen Meere in der nördl. Breite von 30° und 110 Faden Tiefe im Juni 13°,5 R.

im ochotzkiſchen Meere in der nördl. Breite von 25° und 25 Faden Tiefe im Auguſt 1°,5 R.

Nach Horner ſind die vorzüglichſten Bedingungen, welche das Gefrieren des Meerwaſſers auf dem Grunde des Meeres hindern, folgende:

1. Der große Druck des Waſſers, welcher den Erfahrungen zu Folge die Bildung des Eiſes hindert.

2. Die mit der Zunahme des ſenkrechten Drucks ſich mindernde Kryſtalliſirbarkeit des Waſſers.

3. Die Salzigkeit des Waſſers; denn da das Salz nicht mit in das Eis eingehe, ſo müßte das ſüße Waſſer ſich vor dem Frieren von dem Salze trennen, und dann augenblicklich wegen ſeines geringern ſpecifiſchen Gewichts in höhere und wärmere Schichten aufſteigen, noch ehe es zu Eis würde, ſo daß der tiefe Meeresgrund mit ſehr concentrirter Salzauflöſung, keineswegs aber mit Eis bedeckt ſeyn möchte.

Daß endlich die Meeresſtrömungen in der Tiefe des Meeres die Temperatur gar ſehr abändern müſſen, läßt ſich ſehr leicht begreifen. Dieſe Strömungen dienen aber vorzüglich dazu, die Temperatur des Bodens der verſchiedenen Länder mehr auszugleichen, als es ohne dieſen ausdauernden Meerbeſpühlungswechſel der Fall ſeyn würde.

Megaſcop (Megascopium, Megescope) (N. A.) iſt ein von Herrn Charles angegebenes optiſches Inſtrument, durch welches man durch immer größere An-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXIII. S. 279.

näherung eines Objektes an den Brennpunkt einer Sammlungslinſe immer größere Bilder deſſelben erhalten kann. Die Einrichtung dieſer Vorrichtung iſt folgende: Es ſey ein Sammlungs-Objektivglas in dem Fenſterladen eines dunkeln Zimmers, wie bey der Camera obscura, eingefugt; anſtatt aber Bilder von entfernten Gegenſtänden, wie bey der Camera obscura, zu bezwecken, bringe man vielmehr außerhalb des Zimmers in geringer Entfernung in der Richtung der Axe des Objektivglaſes einen ſtark vom Sonnenlichte, gleichviel ob es direct oder von mehreren Spiegeln zurückgeworfen iſt, erleuchteten Gegenſtand an. Beſitzt dieſer Gegenſtand keine zu große Dimenſionen, ſo wird im dunkeln Zimmer ein deutliches Bild deſſelben entſtehen, deſſen Entfernung und Größe von der Brennweite des Objektivglaſes und dem Abſtand, in welchem der Gegenſtand vor denſelben gebracht iſt, abhängen. Da hierdurch bey größerer Annäherung des Objektes an den Brennpunkt die Bilder immer größer und immer entfernter werden; ſo muß man bey ſolchen Entfernungen ſtehen bleiben, wie es das Local, in welchem man operirt, geſtattet, und bey welchem die Bilder hinreichend vergrößert, obwol noch gehörig begrenzt erſcheinen. Dieſe Bilder werden verkehrt ſeyn; dagegen wird man ſie aufrecht erhalten, wenn der Gegenſtand umgekehrt wird. Statt einer einzigen Objektivlinſe könnte man auch mehrere anwenden und ſie achromatiſiren. Denn ſind die Grenzen, innerhalb welcher die Bilder deutlich erſcheinen, hinreichend weit, ſo kann man auf ſolche Art vergrößerte oder verkleinerte Copieen von Gemälden, Büſten oder ſelbſt natürlichen Gegenſtänden nehmen; die Anwendung dieſes Inſtruments iſt bey einer großen Menge phyſikaliſcher und naturhiſtoriſcher Unterſuchungen ſehr nützlich, beſonders wenn die Geſtalten und Umriſſe kleiner Gegenſtände genau angegeben werden ſollen, welche wegen ihrer Kleinheit und Zartheit keine unmittelbare Meſſung geſtatten. Dann fängt man die Bilder auf

einem matt geſchliffenen Glaſe auf, und zeichnet ihre Umriſſe hinter dem Glaſe auf ſeiner Oberfläche ſelbſt, oder auf durchſcheinendem Papier, welches man daran hält.

M. ſ. Biot's Lehrbuch der Experimental-Phyſik. aus d. Fr. überſ. von Fechner. B. III. S. 444.

Metalle (Zuſ. zu S. 663. Th. VI.). In den neuern Zeiten iſt die Anzahl der Metalle außerordentlich vermehrt worden. Bis jetzt kennt man folgende Metalle:

I. ſchwere

1. Gold (Aurum; or)
2. Platin (Platinum; platine)
3. Silber (Argentum; argent)
4. Queckſilber (Mercurium, Argentum vivum, hydrargyrum; mercure)
5. Bley (Plumbum; plomb)
6. Kupfer (Cuprum; cuivre)
7. Eiſen (Ferrum; fer)
8. Zinn (Stannum; etain)
9. Kadmium (Kadmium)
10. Zink (Zincum; zinc)
11. Wismuth (Bismuthum; Bismuth)
12. Spiesglanz (Antimonium, stibium; Antimoine)
13. Nickel (Niccolum; Nickel)
14. Kobalt (Cobaltum; Cobalt)
15. Arſenik (Arsenicum; Arsenic)
16. Braunſtein, Mangan (Manganum, magnesium, manganesium; Manganes, manganese)
17. Molybdän, Waſſerbley (Molybdaenium; Molybdène)
18. Wolfram, Tungſtein, Scheele (Schelium; Schéele)
19. Uran (Uranium; Urane)
20. Titan, Menak (Titanium; Titane)
21. Tellur, Sylvan (Tellurium; tellure)
22. Chrom (Chronium, chrome)
23. Cerer, Demetrium (Cererium, Demetrium; Cerère)

24. Tantalum (Columbium, Tantalum; Tantale)
25. Iridium
26. Osmium
27. Rhodium
28. Palladium.

II. leichte

29. Kalium (Kalium, Potassium)
30. Sodium (Sodium, Natronium)
31. Lithium
32. Barium
33. Strontium
34. Kalcium
35. Magnium
36. Aluminium (Aluminium, Allumium, Saphirium)
37. Glycium (Glycium, Beryllium)
38. Yttrium
39. Thorinium (Thorinium, Thorium)
40. Zirconium (Zirconium, Circonium)
41. Kieſelmetall (silicium).

Die Oxyde der in II. angeführten leichten Metalle werden in Alkalien und Erden eingetheilet. Davy entdeckte zuerſt dieſe Metalle mit Hülfe ſehr ſtarker galvaniſcher Batterien. Sie laſſen ſich nur eine Zeitlang unter gewiſſen Umſtänden aufbewahren, und gehen in Freyheit geſetzt ſogleich wieder eine Vereinigung mit dem Sauerſtoffe ein, und verwandeln ſich wieder in Alkalien und Erden.

Nach Hum. Davy laſſen ſich die Metalle unter folgende Claſſen bringen:

1. Metalle, welche durch Verbindung mit Sauerſtoff die alkaliſchen Erden hervorbringen; dahin gehören: Barium, Strontium, Kalcium und Magnium.

2. Metalle, welche in der Vereinigung mit Oxygen Alkalien erzeugen; dieſe ſind: Kalium und Sodium.

3. Metalle, welche die gemeinen Erdarten enthalten, dahin gehören: Aluminium, Glycium, Yttrium, Thorium, Zirconium und Silicium.

4. Metalle, welche Oxyde darſtellen; dieſe ſind: Gold, Platin, Silber, Queckſilber, Bley, Kupfer, Eiſen, Zinn, Kadmium, Zink, Wismuth, Spiesglanz, Nickel, Kobalt, Mangan, Wolfram, Uran, Titan, Tellur, Cerer, Iridium, Tantalum, Osmium, Rhodium, Palladium.

5. Metalle, welche Säuren hervorbringen; als: Arſenik, Molybdän und Chrom.

Dagegen theilet Thenard [α]) die Metalle in ſechs Claſſen ein, und gründet ſeine Eintheilung ebenfalls auf die Verbindung derſelben mit dem Oxygen. Bey dieſer ſeiner Eintheilung führt er eine Claſſe auf, in welche diejenigen Metalle gerechnet werden, die noch nicht reducirt worden ſind, wie z. B. das Silicium, Aluminium u. ſ. Allein nach neuern Erfahrungen ſind dieſe größtentheils wirklich reducirt.

Uebrigens verbinden ſich die Metalle mit dem Sauerſtoffe in verſchiedenen Graden. Berthollet [β]) hatte beſonders behauptet, daß die Verhältniſſe des Sauerſtoffs von dem Minimum ſeiner Verbindung bis zum Maximum progreſſiv variiren können. Allein Prouſt [γ]) nahm nur zwey Verhältniſſe an, in welchen ſich die Metalle mit dem Sauerſtoffe verbinden können, und gründet ſeine Meynung auf mehrere Erfahrungen, nach welchen bey den meiſten Metallen höchſtens nur zwey Oxydationsſtufen ſind wahrgenommen worden. Indeſſen läugnete er keineswegs, daß es mehrere Oxydationsgrade geben könne. Berthollet führte auch ſchon zum Beweiſe ſeiner Meynung an, daß das Zinn 5, ja vielleicht gar 7, Oxydationsſtuffen zulaſſe, daß das Bley vier Oxyde liefere, daß das Eiſen mehrere Oxydationen zulaſſe u. ſ. f. Die neuern Erfahrungen haben allerdings gelehrt, daß manche Metalle ſich mit dem Sauerſtoffe in mehreren Graden

α) traité de chimie élémentaire Tom. I. p. 209.

β) essai de statique chimique sec. Partie p. 361. in Schweigger's Journ. für Chem. ꝛc. B. I. S. 171. ff.

γ) Journal de physique Tom. LIX. p. 263 überſ. in Gehlen's neuem Journale der Chemie. B. VI. S. 395. ff.

verbinden, und Berzelius ſtellte in dieſer Hinſicht folgendes Geſetz auf:

Wenn es für ein Metall mehrere Oxydationsgrade, giebt, ſo iſt der Sauerſtoff der niedrigſten Oxydationsſtuffe ein gemeinſchaftlicher Theiler für die Sauerſtoffmengen der höhern Oxydationsgrade: oder die Sauerſtoffmengen der höhern Oxydationsgrade ſind Vielfache aus einer ganzen Zahl in den Sauerſtoffgehalt der niedrigſten Oxydationsſtuffe. Nimmt man z. B. mit Berzelius an, daß das Mangan vier Oxydationsgrade einzugehen vermögend iſt, und zwar, daß ſich verbinden

bey dem erſten Oxyd	100 Metall	mit	14,0533	Sauerſtoff	
bey dem zweyten Oxyd	—	—	— 28,1077	—	
bey dem dritten Oxyd	—	—	— 42,16	—	
bey dem vierten Oxyd	—	—	— 56,215	—	

ſo iſt, wenn man den erſten Ausdruck des angeführten Geſetzes wählt, 14,0533 der gemeinſchaftliche Theiler. Er iſt in 28,1077 zweymal, in 42,16 dreymal und in 56,215 viermal enthalten; oder nach dem zweyten Ausdruck: man findet die Menge des Sauerſtoffs für das zweyte, dritte, und vierte Oxyd, wenn man die Menge des im erſten enthaltenen mit 2, 3, 4 multiplicirt.

Verbindungen der Metalle mit andern einfachen Stoffen, z. B. mit Waſſerſtoff, Kohlenſtoff u. ſ. f. müſſen noch näher unterſucht werden.

Uebrigens hatte Berthollet bemerkt, daß die Metalloxyde einen höhern Grad der Feuerbeſtändigkeit erhalten, welches er von der Verdichtung des Oxygens herleitet. So iſt nach Berthollet das Queckſilberoxyd weniger flüchtig als das Metall; das flüchtige Zink bildet ein Oxyd, welches dem höchſten Feuersgrade widerſteht, das Spiesglanzoxyd iſt viel weniger flüchtig, als das Metall; das Arſenikoxyd weniger flüchtig, als das Arſenik u. ſ. f. Herr Prouſt führt jedoch an, daß das Arſenikoxydul und die Oxyde des Antimoniums flüchtiger, als die Metalle ſeyn, wogegen aber Ber-

thollet einige Gegenbemerkungen gemacht hat. Indeſſen haben einige von Gehlen und Roſe gemachte Erfahrungen Prouſt's Behauptung in Anſehung des Spiesglansoxyds gar ſehr unterſtützt.

Metalloide (N. A.) heißen diejenigen Subſtanzen, welche als metalliſche Baſen in den Alkalien und Erden enthalten ſind. Dieſen Namen hatten die Herren Ermann und Simon vorgeſchlagen, welcher auch nachher von den Phyſikern und Chemikern iſt angenommen worden. Allein Herr Berzelius *) verſtand unter dem Ausdrucke, Metalloide, nicht die Metalle der Alkalien und der alkaliſchen Erden, indem dieſe alle metalliſche Eigenſchaften beſäßen, und daher wahre Metalle wären, ſondern vielmehr die elektriſch-poſitiven, einfachen Körper, welche mit dem Sauerſtoff zu Säuren werden können, und ſich faſt unmerklich in das Geſchlecht der Metalle verlieren. Einige von dieſen Metalloiden verbinden ſich mit den Metallen unter Erſcheinung von Feuer, und dieſes Feuer iſt deſto lebhafter, einen je beſtimmtereren elektriſch-negativen Character das Metall hat. Man hat aber in dieſem Verſtande den Ausdruck: Metalloide, welchen Berzelius vorſchlug, nicht weiter gebraucht, ſondern vielmehr unter demſelben die leichten im vorigen Artikel angeführten Metalle begriffen. Im Jahre 1807 im October, gelang es dem Sir Hum. Davy das Kali mit Hülfe einer ſtarken Volta'ſchen Säule in die metalliſche Baſis, welcher man den Namen Kalimetall oder Kaliumgegeben hat, und Sauerſtoff zu zerlegen; einige Tage darauf glückte es ihm auch mit der Zerlegung des Natron in Natrium und Sauerſtoff. Auf dem gewöhnlichen Wege der Chemie ſtellten dieſe beyden Metalloide im Jahre 1808 die Herren Thenard und Gay-Luſſac dar. Nachher ſind von mehreren Phyſikern und Chemikern die von Davy aufgefundenen

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLII. S. 45.

Thatſachen auf mannichfaltige Art wiederholt, und gezeigt worden, daß auch die bisher als einfach angenommenen Erden aus eigenthümlichen metalliſchen Baſen und Sauerſtoff zuſammengeſetzt ſind, ſo wie ſchon Davy lehrte, daß man nach den wahrſcheinlichſten Analogien die Erden zur Claſſe der Metalle zu zählen habe. Das Weſentlichſte von dieſen leichten Metallen findet man in eigenen Artikeln.

Meteormaſſen. ſ. Meteorſteine.

Meteorologie. (Zuſ. zu S. 667. Th. VI.) So viele und ſchätzbare Beobachtungen auch in den neuern Zeiten von den Phyſikern in Anſehung der Witterung ſind angeſtellt worden, ſo ſcheint es doch noch weit entfernt zu ſeyn, ganz allgemeine und ſichere Regeln zur Begründung einer wiſſenſchaftlichen Meteorologie feſtſetzen zu können. Daß die Sonne und der Mond in ihren verſchiedenen Lagen gegen die Erde und unter ſich, einen Einfluß auf die Witterung haben, iſt wohl unverkennbar, ſo wie auch ſelbſt Kometen dazu beytragen können, daß die Witterung einen eigenen Charakter annimmt. Allein alle ſorgfältig angeſtellte Beobachtungen haben dabey noch nichts weiter gelehrt, als daß an verſchiedenen Orten der Erde bey dem verſchiedenen Stande der Sonne auch die Temperatur der Atmoſphäre verſchieden, und daß bey Erſcheinungen großer Kometen gewöhnlich eine erhöhete Temperatur und Trockenheit eingetreten iſt. Ganz allgemeine Regeln über den Gang der Wärme-Aenderungen, ja ſelbſt in Anſehung der mittleren Wärme, an den verſchiedenen Orten der Erde zu gewiſſen beſtimmten Zeiten, feſtzuſetzen, ſcheint mir aber gleichwohl unmöglich zu ſeyn. Es ſcheinen ſo mancherley zufällige Wirkungen auf und in unſerm Erdkörper vorzugehen, welche einen weſentlichen Einfluß auf die Veränderung der Wärme haben. So können z. B. große Erdbeben in der Erde, ſelbſt im Meere, entſtehen, welche die Wärme in der Atmoſphäre, und überhaupt die Witterung beträchtlich abzuändern ver-

mögen. Wenn es überdem gewiß iſt, daß durch Urbarmachung großer wüſter Gegenden die Temperatur immer milder wird, indem durch das Cultiviren ſich mehr Wärme an der Oberfläche der Erde entwickelt; ſo ergiebt ſich hieraus, wie mir ſcheint, bey ſonſt gleicher einwirkenden Kraft der Sonne, daß nach dieſen individuellen Umſtänden, welche in unſerm Erdkörper vorgehen, auch die Temperatur ſelbſt eine Abänderung erleiden müſſe. Indeſſen bleiben die Bemühungen derjenigen Naturforſcher, welche ſich mit ſolchen meteorologiſchen Beobachtungen beſchäftigen, immer ſehr verdienſtlich; denn die daraus abgeleiteten Reſultate geben wenigſtens zu erkennen, daß unter denſelben Umſtänden dieſelbe Wirkung erfolgen müſſe; erfolgt ſie aber nicht, ſo iſt dieß ein ſicheres Kennzeichen, daß zufällige Wirkungen, eine Abänderung verurſacht haben. Nur ſteht es nicht in unſerer Gewalt, die zufälligen Urſachen im voraus zu beſtimmen, und genau anzugeben, zu welcher Zeit dieſe oder jene Veränderung in der Witterung erfolgen werde. Wenn es daher ſchon mit Schwierigkeiten verbunden iſt, die periodiſchen Erſcheinungen im Gange der Witterung, welche durch den verſchiedenen Stand der Sonne gegen unſere Erde erfolgen, beſtimmt und genau anzugeben, ſo ſieht man ſehr leicht ein, daß ſich die atmoſphäriſchen Erſcheinungen und ihre Veränderungen mit noch weit größern Schwierigkeiten, ja ich möchte ſagen, mit Unmöglichkeit werden beſtimmen laſſen. Vors erſte ſind uns die großen und mächtigen Wirkungen der Imponderabilien, Licht, Wärme, Elektricität und Magnetiſmus, welche bey den atmoſphäriſchen Phänomenen gewiß die wichtigſte Rolle ſpielen, noch lange nicht genug bekannt, und zweytens, wenn ſie auch wirklich bekannt wären, iſt es doch ganz unmöglich, die ganz zufälligen Urſachen, welche die allgemein anerkannten Wirkungen in der Natur ſo mannigfaltig abändern können, im voraus zu kennen, und hiernach die Erſcheinungen aufs beſtimmteſte anzugeben.

Es laſſen ſich alſo meines Erachtens keine allgemeine Regeln über den Gang der Witterung anders feſtſetzen, als bloß unter der Bedingung, daß, im Fall vollkommen einerley Urſachen in der Natur wirken, auch dieſelben Wirkungen entſtehen müſſen. Allein auch in dieſer letzten Vorausſetzung ſind unſere Kenntniſſe noch ſo unvollkommen, daß es uns unmöglich iſt, allgemeine Geſetze aufzuſtellen. Bey den gewöhnlichſten Erſcheinungen, bey Entſtehung des Regens, des Gewitters, des Hagels, des Nebels, der Winde u. ſ. f. ſcheint man noch von der wahren Erklärung weit entfernt zu ſeyn, und obgleich die meteorologiſchen Werkzeuge auf einen veränderten Zuſtand in der Atmoſphäre ſchließen laſſen, ſo ſind doch die Urſachen aller dieſer Veränderungen in Dunkel gehüllt. Da alſo ſchon hieraus klar hervorgeht, daß es mit großen Schwierigkeiten verbunden iſt, den Gang der Witterung in voraus zu beſtimmen, welche unter dieſen oder jenen Veränderungen in der Atmoſphäre erfolgen müſſe, und welcher gewiß auf unveränderlichen Naturgeſetzen beruht; ſo wird es um ſo mehr erhellen, daß es uns ganz unmöglich iſt, einen beſtimmten Witterungsgang im voraus anzugeben, der ſich auf zufällige Urſachen gründet. Alle angezeigte Witterungsprophezeihungen ſind daher bloß ein Spiel der Phantaſie, und eine Anmaßung von beſitzenden phyſiſchen Kenntniſſen, die für uns aus den angeführten Urſachen unmöglich ſind. Weit ſicherer und den phyſiſchen Fortſchritten einträglicher iſt es, durch meteorologiſche Beobachtungen die allgemeinen Geſetze abzuleiten, welche mit Sicherheit eine Veränderung in der Witterung herbeyführen, damit uns die Umſtände und die Urſachen bekannt werden, welche dieſe Wirkung hervorbringen. Beobachtungen dieſer Art ſind in den neuern Zeiten von den Herren Schoen und Brandes *) mit möglichſter Sorgfalt angeſtellt worden, und

*) Beyträge zur Witterungskunde mit 2 Kupf. u. 7 illum. Witterungstabellen. Leipzig, 1820. 8.

beyde haben ſich beſonders bemüht, über den Gang der Wärme-Veränderungen an den verſchiedenen Orten der Erde in den verſchiedenen Jahrszeiten, etwas Allgemeines feſtzuſetzen. Noch mehr Beſtimmteres über die Meteorologie wird vermuthlich aus der Vereinigung mehrerer Naturforſcher durch die Zeitſchrift für die geſammte Meteorologie, welche von dem Hr. D. Kretſchmar herausgegeben wird, hervorgehen [α]).

Daß Witterungsveränderungen durch mancherley Erſcheinungen am thieriſchen und vegetabiliſchen, ja ſelbſt mineraliſchen Körper vorher wahrgenommen werden, iſt ſchon von Alters her beobachtet worden. Eine neuere Zuſammenſtellung ſolcher Beobachtungen hat ein Engländer unternommen [β]). Da durch dergleichen vorhergegangene Kennzeichen an den Körpern die Witterungsveränderungen am ſicherſten erfolgen, und manchem bey den vielen menſchlichen Beſchäftigungen ſehr vortheilhaft ſeyn kann, ſchon im voraus mit einiger Zuverläſſigkeit die Witterung zu kennen: ſo werde ich hier das Weſentlichſte davon kürzlich anführen.

1. Gewöhnlich erfolgt Regen, wenn See- und Waſſervögel von der See oder auch von andern ſüßen Gewäſſern ans Land fliegen; wenn die Landvögel dem Waſſer zufliegen, ſich darin waſchen und Geräuſch machen, beſonders zur Abendzeit; wenn Gänſe, Enten, Waſſerhühner u. ſ. f. ſich untertauchen, waſchen und Lärm verurſachen; wenn Raben und Saatkrähen in Haufen und mit vielem Geſchrey fliegen, die Schwalben niedrig fliegen und die Krähen Abends ſtark ſchreyen, auch deutet es auf Regen, wenn Eſel oft und mehr als gewöhnlich ſchreyen; Schweine ſpielen, ihr Futter hin und her ſtreuen, oder in der Schnauße Stroh tragen; wenn Ochſen Luft durch die Naſe

---

[α]) Zeitſchrift für die geſammte Meteorologie in Verbindung mit mehreren Gelehrten herausgegeben von Dr. C. F. Kretſchmar. B. I. Nro. 1 – 4. 1825. 4.

[β]) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXIV. S. 29. ff.

einziehen, nach Süden ſehen, während ſie auf der rechten Seite liegen oder ihre Hufe belecken; wenn zahmes Vieh gegen Mittag nach der Luft ſchnappt; wenn Kälber heftig rennen und Luftſprünge machen; wenn Schaafe oder Ziegen ſpringen, ſich ſtreiten oder ſtoßen; wenn Hunde emſig Erde aufſcharren, ihr Bellen mit Murren begleitet iſt, und wenn Maulwürfe mehr als gewöhnlich Erde aufwerfen. Ferner iſt Anzeige von Regen vorhanden, wenn Würmer in großer Menge aus der Erde hervorkriechen; Spinnen aus ihrem Gewebe fallen; Fliegen taumelnd und unruhig ſind; die Ameiſen nach ihrer Wohnung eilen; die Bienen nach ihren Stöcken ziehen und ſich darin halten; Fröſche und beſonders Kröten in der Nähe von Häuſern herumkriechen und die Mücken mehr als gewöhnlich ein Getöſe machen. Noch weiter verkündet es Regen, wenn die Sonne trübe und wäſſerig aufgeht, oder unter einer dicken trüben Wolke untergeht, oder auch bey ihrem Untergange der Himmel in Oſten roth ausſieht; wenn der Mond und die Sterne trübe und blaß erſcheinen oder mit einem farbigen Ringe umgeben ſind; wenn der Mond beym herrſchenden Südwinde nicht vor der vierten Nacht ſichtbar iſt. Vollmond im April und Neu- und Vollmond im Auguſt bringen meiſtentheils Regen. Nebenmonde ſind Anzeige von vielem Regen. Auch, wenn Holz anſchwillt, Steine zu ſchwitzen ſcheinen, Violinſaiten ſpringen, Salz feucht wird u. ſ. w. iſt Regen zu erwarten.

2. Schönes Wetter erfolgt gewöhnlich, wenn die Meerenten, die Eisvögel u. a. das Land verlaſſen, und nach dem Meere fliegen; wenn Weihen, Reiher, Schwalben, Lerchen u. ſ. hoch fliegen, und dabey ein lautes Geſchrey machen, oder laut ſingen, und wenn beſonders die Fledermäuſe früh am Abend erſcheinen. Dieſelbe Anzeige findet ſtatt, wenn Mücken in der obern Luft tanzen, oder wenn Spinngewebe in der

luft oder über grünes Gras oder in Bäumen wahrgenommen werden. Auch giebt eine Anzeige von guter Witterung, wenn die Sonne hell aufgeht, nachdem ſie den Abend vorher hell untergegangen iſt; oder wenn bey Aufgang der Sonne die um ſie ſtehenden Wolken nach Weſten ziehen; oder wenn die Sonne hell und nicht heiß aufgeht, nachdem ſie unter röthlichen Wolken untergegangen iſt. Wenn ferner der Mond glänzende Flecken zu haben ſcheint; oder beym Vollmond eine beſondere Klarheit ſtatt findet, ſo zeigt dies gutes Wetter an. Sind die Mondshörner den vierten Tag ſcharf, ſo bleibt das Wetter ſchön bis zum Vollmonde; ſind aber die Hörner ſtumpf beym erſten Aufgehen des Mondes, oder innerhalb 2 bis 3 Tagen nach dem Wechſel, ſo ſteht in dieſem Viertel Regen bevor, aber ſchönes Wetter die übrigen drey Viertel über. Heller Mondſchein drey Tage nach dem Wechſel oder vor dem Vollmond, verkündigt jederzeit gutes Wetter. Erſcheinen die Sterne in großer Menge hell und glänzend am Himmel, und beobachtet man viele Sternſchnuppen, ſo kündigt dies im Sommer ſchönes Wetter, und im Winter Froſt an. Wenn ferner beym Sonnenuntergang die Wolken einen goldenen Saum beſitzen, oder an Umfang abnehmen und nach und nach ganz verſchwinden, ſo iſt dies ebenfalls eine Anzeige ſchöner Witterung u. ſ. f.

Meteorſteine, Meteormaſſen (Aërolithae, Aërolithes) (N. A.) ſind beſondere feſte Subſtanzen, welche aus erdigen und metalliſchen Theilen zuſammengeſetzt ſind, und zu gewiſſen Zeiten vorzüglich beym Verſchwinden eines Lichtmeteors aus der Atmoſphäre herabfallen. Der berühmte Herr Prof. Chladni war der erſte, welcher auf dieſe Meteormaſſen aufmerkſam machte, und ſeitdem hat man ſich mit Beobachtungen und Unterſuchungen dieſer merkwürdigen Subſtanzen beſonders beſchäftigt.

Vermöge dieſer Beobachtungen hat ſich bey dieſen Meteormaſſen das Merkwürdige gefunden, daß ſie insgeſammt, zu welcher Zeitperiode, und in welchem Welttheile der Erde ſie auch herabgefallen ſeyn mögen, aus denſelben Subſtanzen zuſammengeſetzt zu ſeyn ſcheinen, und daß man an denſelben Orten, wo ſie ſind gefunden worden, nichts ihnen Aehnliches weder auf der Oberfläche, noch in der Tiefe der Erde als Beſtandtheil eines Minerals wahrgenommen hat. Chemiſch ſind ſie vorzüglich von den Herren **Klaproth**, **Fourcroy**, **Vauquelin**, **Howard**, **Prouſt**, **Thenard**, **Laugier**, **Tennant** und andern unterſucht worden.

Verzeichniſſe von herabgefallenen Meteorſteinen haben **A. Ure** [α]) und beſonders **Chladni** [β]) in chronologiſcher Ordnung angegeben. Letzterer hat überdem dieſen Gegenſtand in einer neuen Schrift [γ]) ausführlicher als vorher bearbeitet, und noch neuerlich bey Beſchreibung ſeiner Sammlung vom Himmel herabgefallener Maſſen einige allgemeine Bemerkungen gemacht [δ]).

Die meiſten dieſer vom Himmel herabgefallenen Steine waren Folgen von vorausgegangenen Feuerkugeln oder feurigen Meteoren. Gewöhnlich entſtand eine Exploſion mit einem dem Donner ähnlichen Geräuſche, und alsdann fielen harte ſteinige und metalliſche Maſſen von verſchiedener Größe auf die Erde herab. Bisweilen leuchteten die herabfallenden Steine, bis ſie in die Erde eingedrungen waren; gewöhnlich aber verſchwand das Licht, ſobald die Exploſion erfolgt war. Wenn die herabgefallenen Steine gleich nach dem Herabfallen aufgefunden werden,

---

α) Handbuch der praktiſchen Chemie, a. d. Engl. überſ. Weimar 1825. 8. Artik. Meteorſteine. S. 688 f.

β) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. L. S. 225. ff. B. LIII. S. 369. ff. B. LIV. S. 330. ff. B. LVI. S. 375. ff. B. LXIII. S. 17. ff. B. LXVIII. S. 332. f. B. LXXI. S. 359. ff. B. LXXV. St. 3. B. LXXVIII. St. 2.

γ) Ueber Feuermeteore und über die mit denſelben herabgefallenen Maſſen. Wien 1819. 8.

δ) Kaſtner's Archiv für die geſammte Naturlehre. B. IV. S. 200. ff.

ſo ſind ſie gewöhnlich noch heiß, ſind von verſchiedener Größe, gewöhnlich von runder Geſtalt, und immer mit einer dünnen Rinde von dunkelſchwarzer Farbe überzogen. Bisweilen riechen ſie ſtark nach Schwefel.

Der chemiſchen Analyſe zu Folge ſind ihre Beſtandtheile Kieſelerde, Talkerde, Eiſenoxyd, Nickeloxyd, Manganesoxyd, Chromoxyd, Schwefel und Kohle. Indeſſen zeigen ſich bey ihnen ſolche Verſchiedenheiten, und Uebergänge, daß es nicht leicht iſt, ihre genauen Merkmahle anzugeben, und ſie auf gewiſſe Ordnungen zu bringen. Herr Chladni, welcher ſich damit am vorzüglichſten beſchäftigte, bringt ſie unter folgende Abtheilungen:

1. **Eigentliche Meteorſteine**, oder Maſſen, die größtentheils aus einer dichten Steinart beſtehen. Dieſe fallen öfter, als Maſſen von anderer Art. Sie beſtehen aus ſehr mannigfaltigen erdigen und metalliſchen Gemengtheilen. Bey vielen macht eine etwas heller graue Steinart den Hauptbeſtandtheil aus, und kann gewiſſer Maaßen als ein Kitt angeſehen werden, in welchen eine dunklere Steinart gleichſam hineingeknetet iſt, und in beyden finden ſich wieder ſchwärzere, weißere, metalliſch glänzende oder auch noch andere Gemengtheile. Das Gefüge, die Härte, der Bruch, das Gewicht u. ſ. w. ſind ſehr verſchieden. Dieſe ſind gewöhnlich mit einer ſchwarzen oder ſchwärzlichen Rinde umgeben, und enthalten außer andern Beſtandtheilen auch Eiſen, theils metalliſch, theils als Oxyd, theils auch als Schwefeleiſen. Nach Laugier bilden ſie zwey Unterabtheilungen, nämlich:

A. **Meteorſteine, welche gediegen Eiſen mit Nickel verbunden, enthalten.** Dieſe ſind am häufigſten gefallen. Es findet ſich unter ihnen eine große Verſchiedenheit, indem zwar Steine oder Stücke von manchen Niederfällen einander ſo ähnlich ſind, daß man ſie ſchwerlich unterſcheiden kann, manche andere aber ſo viel eigenes im Anſehen und in der übrigen Beſchaffenheit haben, daß ſie auf den erſten Blick kenntlich ſind.

B. Meteorſteine, die kein gediegen Eiſen und keinen Nickel enthalten. Die meiſten dieſer Steine ſind einander ſehr ähnlich.

Herr Chladni führt noch zwey Eigenheiten an Meteorſteinen an, welche er erſt neuerlich bemerkt hat, und es findet ſich dabey kein Unterſchied an nickelhaltigen und nickelloſen Meteorſteinen.

a. Er ſahe eine beſondere Anordnung in der Lage der kleinen Theile in den meiſten Meteorſteinen mehr oder weniger deutlich; an manchen mit bloßen Augen; an andern war aber mehr oder weniger mikroſkopiſche Vergrößerung dazu erforderlich. Er ſahe es nicht ſowohl, wie gefilzt (etwa mit unregelmäßig durch einander verflochtenen Faſern, auch nicht etwa, wie es bey dem Bimsſtein unter dem Mikroſkop als flachsartig neben einander liegende dünne und glatte Faſern erſcheint) ſondern wie parallel mit einander nach zwey Richtungen gehende, und theils unter einem rechten, theils unter einem ſchiefen Winkel ſich kreuzende rauhe Fäden oder Furchen, mitunter wie viereckige mehr oder weniger ausgefüllte Zellen. Dies Gewebe zeigt ſich ſowohl an den hellern als auch den dunkeln Stellen, und auch an manchen andern Gemengtheilen. An vielen Stellen der Rinde, die man bey einer oberflächlichen Anſicht nur für rauh halten ſollte, bemerkte Herr Chladni ebenfalls ſowohl mit bloßen als auch mit bewaffneten Augen (die gröbern hervorragenden Körner nicht mit gerechnet) ſolche nach zwey Richtungen gehende und ſich durchkreuzende Adern oder parallele Reihen von erhöheten Punkten. Dieſe Anordnung der kleinen Theile ſcheint nach Chladni mit jener Analogie zu haben, welche ſich an nickelhaltigen Gediegeneiſenmaſſen auf geätzten Flächen, im Bruche, und auch mitunter auf der Oberfläche zu erkennen giebt. Um dieſe Art des Gewebes gehörig zu erkennen, muß man durch öfteres und anhaltenderes Betrachten ſich einüben.

b. In der Steinart mehrerer Meteorſteine ſind kleine ſilberweiße Punkte bemerkt worden, welche man für

nickelhaltiges Eiſen gehalten hat. Herr Chladni fand aber dieſelben Punkte in allen von ihm unterſuchten Meteorſteinen, wenige ausgenommen. In vielen Meteorſteinen nimmt man ſie mit bloßen Augen gewahr, in manchen erkennt man ſie durch Vergrößerungsgläſer; in einigen befinden ſie ſich in Menge, in andern nur einzeln. Dieſe ſilberweiß glänzenden Pünktchen erſcheinen unter einer mäßigen Vergrößerung faſt wie Kügelchen vom laufenden Queckſilber mit ſtarkem metalliſchen Glanze, und unter einer noch ſtärkern Vergrößerung opaliſiren ſie. Wenn nun in einigen Meteorſteinen den Analyſen zu Folge kein Nickel, und mithin auch wohl kein Gediegeneiſen, enthalten iſt; was ſollten dann wohl die auch in dieſen Steinen in großer Menge ſich zeigenden ſilberweißen Pünktchen oder kleinen Kügelchen ſeyn, wenn ſie nicht nickelhaltiges Gediegeneiſen ſind? Dies verdient nach Chladni wohl genauer unterſucht zu werden.

2. Gediegeneiſenmaſſen, welche ebenſowohl Nickel enthalten, wie das ihnen ähnliche Eiſen in den vorher 1. A. erwähnten Meteorſteinen. Dergleichen Maſſen ſind weit ſeltener gefallen, als Meteorſteine. Von dieſen giebt es zwey ſehr von einander verſchiedene Gattungen, nämlich:

A. Aeſtiges oder zelliges Gediegeneiſen, deſſen Zwiſchenräume mit einer dem Olivin oder Chryſolith ähnlichen Steinart ausgefüllt ſind. Dieſe Steinart enthält eben dieſelben Beſtandtheile, wie die vorher erwähnten Meteorſteine.

B. Derbes Gediegeneiſen, welches ſich im Bruche, auf polirten und geätzten Flächen, mitunter auch auf der äußern Oberfläche kryſtalliniſch zeigt.

3. Subſtanzen, die von Meteorſteinen und Gediegeneiſen verſchieden ſind z. B. ſchwarzer oder rother Staub, harzige oder ſchlammige, oder membranöſe Stoffe, rother Regen u. ſ. w. welche bisweilen auch mit Feuererſcheinung und Getöſe herabgefallen ſind, wie denn auch in einigen ungefähr dieſelben Stoffe ſich gefunden haben wie in Meteorſteinen.

Nach dieſen von Herrn **Chladni** gemachten Abtheilungen der vom Himmel herabgefallenen Maſſen führt er nun die in ſeiner Sammlung befindlichen meteoriſchen Subſtanzen in chronologiſcher Ordnung an, und begleitet ſie mit einigen Bemerkungen.

Da nun alle vom Himmel herabgefallene meteoriſche Maſſen einerley Beſtandtheile beſitzen, ſo war es natürlich, die Folge zu ziehen, daß ſie auch auf einerley Art entſtanden ſeyn müſſen. Die Erklärung ihrer Entſtehung iſt aber mit Schwierigkeiten verbunden, und die Naturforſcher haben ſich in Hinſicht derſelben in zwey Hauptpartheyen getheilt. Bey der erſtern nimmt man die Vorausſetzung an, daß entweder die meteoriſchen Maſſen einzelne im Weltraum herumfliegende Maſſen ſind, welche zufällig in die Atmoſphäre unſerer Erde gerathen, und nunmehr vermöge der Schwere herabfallen müſſen, oder daß ſie wirkliche Erzeugniſſe im Monde ſind, von wo ſie durch die Kraft der Vulkane auf unſere Erde geſchleudert würden. Die zweyte Parthey hält ſie für Erzeugniſſe unſeres Luftkreiſes ſelbſt. Welche Gründe für und gegen dieſe Meinungen von den ältern Naturforſchern ſind aufgeſtellt worden, findet man unter dem Artikel: Feuerkugeln (Th. II. S. 437. u. Th. VI. S. 425. ff.) angeführt. In den neuern Zeiten ſind durch neuere Thatſachen andere Gründe zur Unterſtützung dieſer oder jener Hypotheſe hinzugekommen, welche im Weſentlichſten angeführt werden müſſen.

Herr **R. J. Ruhland** *) behauptet mit Recht, daß man beym Vorkommen der meteoriſchen Maſſen zuerſt auf alle Umſtände, welche ſie begleiten, zu ſehen und genau mit einander zu vergleichen habe, um auf ſolche Art Thatſachen aufzufinden, aus welchen der Ort ihrer Entſtehung außer allem Zweifel gefolgert werden könne. Wenn wir beſonders auf die in der Luft befindlichen fremden Beſtandtheile, über welche **Moſcati** neue Un-

*) Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. VI. S. 14. ff.

terſuchungen angeſtellt hätte (m. ſ. Th. IX. S. 758.), mehr unſere Aufmerkſamkeit hinlenken würden, ſo laſſe ſich zuverſichtlich hoffen, daß man auch über die Art ihrer Entſtehung etwas klärer ſehen werde.

Zuerſt zeige ſich ein auffallender Unterſchied in Hinſicht der Jahrszeit, wo Meteormaſſen herabfielen; von ungefähr 60 bis 70 Steinfällen kämen beynahe $\frac{2}{3}$ auf die Sommermonate May, Juni und Juli. Außer dieſen fielen die meiſten auf die beyden Aequinoctialzeiten März und Mitte Septembers bis Mitte Octobers, in den Wintermonaten hingegen zeigten ſich Meteorſteinfälle entweder gar nicht oder ſehr wenig. Noch auffallender ſey der Unterſchied in Hinſicht der Tageszeit; die meiſten Steinfälle ereigneten ſich von Mittag bis Mitternacht, und beſonders von 3 Uhr Nachmittags bis nach Sonnenuntergang.

Selbſt in Anſehung der geographiſchen Lage der Oerter ſcheine ein beträchtlicher Unterſchied bey dieſer Erſcheinung obzuwalten. Mit der Entfernung eines Ortes vom Aequator ſchienen ſie abzunehmen; aber außerdem müſſe noch ein anderer Grund in der Natur des Landes ſelbſt liegen, da die Menge der Steinfälle in Italien, Deutſchland und dem ſüdlichen Frankreich außer allem Verhältniß mit den andern Ländern ſtehe.

Den Beobachtungen zu Folge ereigneten ſich Steinfälle am häufigſten bey heiterm, ſehr milden und ſtillen Wetter, weniger bey theilweiſe bedecktem Himmel, gar nicht bey gleichförmig bewölktem Himmel, bey allgemein verbreitetem Regen- oder Schneefall und großer Kälte. Milde und ſtille und ſonſt ungewöhnliche Witterung ſcheine bey Entſtehung ſolcher Erſcheinungen Bedingung zu ſeyn. Auch ſehr heftige Gewitter ſeyn manchmal mit Steinregen begleitet.

Auf den Stand des Barometers ſey bisher noch wenig Rückſicht genommen; das Thermometer dagegen ſtehe in Verhältniß der Jahrszeit, des Ortes u. ſ. w. faſt immer hoch. Nach dem Verlauf des Meteores ſey

es aber merkwürdig, daß eine bald mehr, bald minder bedeutende Abkühlung der Luft eintrete, welche dann immer einige Tage nach dem Aërolithenfalle anhalte.

Der Urſprung der Aërolithen aus einer Wolke ſey beſonders merkwürdig. Gewöhnlich ſey dieſe Wolke ſehr concentrirt, abgerundet und ſehr ſchwarz, und ſcheine ſich oft nach der vorherrſchenden Farbe der nachher aus ihr fallenden Aërolithen ſelbſt zu richten. Daß dieſe Wolke nicht zufällig ſey, ſehe man ferner daraus, daß aus ihr das donnerähnliche Rollen und Getöſe komme, ſie während deſſelben in einer beſtändigen Formänderung und Bewegung ſich befinde, und aus ihr jedesmal die Steine fielen. Es ſey ſehr wahrſcheinlich, daß dieſe Wolke jedesmal die Entſtehung der Meteorſteine begleite, und daß, wenn ſie in dem kleinern Theil der angegebenen Fälle nicht beobachtet wurde, dies daher rühren möchte, daß ſie zur Nachtzeit ſich ereigneten, und die Beobachtung erſt dann angeſtellt wurde, nachdem die Feuerkugel ſich bereits von der Wolke getrennt habe.

Die Größe ſolcher Feuerkugeln, welche in mehreren Fällen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ deutſche Meilen im Durchmeſſer betrügen, und aus welchen eine Steinmaſſe herausfalle, ſtehe mit dieſer herabfallenden Maſſe in dem größten Mißverhältniſſe, indem der ganze Steinfall öfters nur aus einer oder wenigen Kugeln beſtehe, die, wenn ſie als eine runde Maſſe gedacht würden, oft kaum einen oder höchſtens zwey Fuß im Durchmeſſer hätten. Um hier Uebereinſtimmung zu finden, ſey man nothwendig gedrungen anzunehmen, daß der dynamiſche Zuſtand der Aërolithen ſo lange er noch als Feuerkugel, und wenn er ſpäter als Meteorſtein ſich zeige, ein ganz verſchiedener ſey. Man könnte dies ſo zu erklären ſuchen, daß die Größe des Meteors von einer dichten Menge Dünſte herrühre, die den Stein, als ihren Körper, umgäben, und aus ihm hervordrängen; allein woher dieſe Dünſte, da die Kugel faſt durchaus metalliſch ſey, und außer dem Schwefel keine Körper enthalte, die zu einer ſolchen Dampf-

bildung geſchickt wären? Auch ſtänden das helle Licht, welches dieſe Erſcheinungen begleite, und welches ganz demjenigen gliche, das an Feuerkugeln bemerkt werde, ſo wie die erſtaunlichen damit verbundenen Exploſionen, die doch gewöhnlich auf 20 und mehrere Meilen gehört würden, mit der Kleinheit der Kugel oder der einzelnen fallenden Steine im gänzlichen Widerſpruche. Rührte ferner die Größe der Erſcheinung blos von Dünſten her, ſo würden dieſelben in dem Verhältniſſe, als ſie von der Kugel als ihrem Centrum ſich entfernten, ſich immer mehr verdünnen, und ſich nach außen allmählig verlieren; ſo aber unterſcheide man immer den wirklichen Körper des Meteores von großer Ausdehnung und um ihn erſt die Dünſte, unter der Form eines weißlichen Nebels. Setze man nun noch hinzu, daß, wenn das Meteor blos aus der metalliſchen Maſſe und aus Dünſten beſtünde, es ſo lange nicht brennen könnte, ſondern dieſe faſt augenblicklich ſich verzehren müßten, und daß es in dieſem Falle wegen der Geſchwindigkeit der Bewegung nie eine runde Geſtalt haben würde, ſondern vielmehr aus der voraneilenden Kugel und den als Schweif nachfolgenden Dünſten beſtehen, ſomit die Form eines Kegels haben müßte, an deſſen Baſis die metalliſche Kugel ſich befände, wie man dies ſpäter, wenn die Kugel ſich von dem Meteor ſchon abgeſondert habe, auch wirklich bemerke; ſo könne man dieſes alles nur durch Annahme erklären, daß die Kugel in der ganzen Größe, in welcher ſie mit Ausnahme des ſie umgebenden Nebels, wenigſtens vor der Exploſion, geſehen würde, ein feſtes Continuum ſey, deſſen Conſiſtenz vielmehr noch Zähigkeit, als eigentliche metalliſche Härte ſey.

Damit ſtimme auch die Geſtalt des Meteors überein; denn auch dieſe zeige dadurch, daß ſie veränderlich, übrigens immer beſtimmt, und genau beſchrieben ſey, daß man es weder mit bloßen Dünſten, noch mit einer fertigen ſchon feſten Maſſe zu thun habe. Außer der Hauptmaſſe bemerke man an ihnen häufig noch einen Schweif;

auch dieſer beſtehe nicht aus bloßen Dünſten, die dem Körper nachziehen, weil ſie ihm wegen der Geſchwindigkeit nicht zu folgen vermöchten, ſondern er ſcheine aus derſelben Subſtanz wie der Aërolith gebildet zu ſeyn, die nur in die Hauptmaſſe nicht eingegangen wäre; denn man habe mehrmals bemerkt, daß auch er an einzelnen Stellen, ſo wie der Hauptkörper, dekrepire. Auch ſey ſeine Größe äußerſt verſchieden, oft kaum merklich, oft aber erſtrecke ſich auch ſeine Länge auf Meilen.

Wenn man auch die Lichterſcheinungen, welche dies Meteor begleiteten, von einem glühenden Zuſtande des Aërolithen ableiten wollte, in welchen die Geſchwindigkeit ſeines Laufs ihn geſetzt haben ſollte, ſo müßte außerdem, daß gar kein Glühen ſtatt gehabt haben könne, auch das Glühen mit der Fallzeit zunehmen; allein es erfolge gerade das Gegentheil, manche Aërolithen nämlich, nachdem ſie ausgebrannt ſeyn, erlöſchten völlig, und kämen, ohne eigene Lichtentwickelung, auf die Erde. Ueberhaupt gleiche ihr Licht nicht dem eines glühenden Körpers, ſondern es ſey immer blendend weiß, brennendem Kampher ähnlich, und finde ſich auch nicht gleichförmig an allen Theilen des Steins, ſondern ſey bey mehreren Meteoren dieſer Art aus einzelnen Schlünden hervorbrechend geſehen worden, habe alſo offenbar von brennenden Dünſten hergerührt.

Die zu gleicher Zeit ſtatt findenden Exploſionen ſeyn äußerſt beträchtlich, auf große Entfernungen hörbar; ſie beſtehen aus einer bald mehr, bald weniger großen Anzahl Schläge, die zugleich mit einem eigenen Geraſſel verbunden ſind, welches man bald mit Wagenraſſeln, bald mit Reihenfeuer u. ſ. f. verglichen habe.

Die Höhe des Meteors ſey allerdings in der Regel ſehr beträchtlich und belaufe ſich bey den bisher beobachteten auf einige deutſche Meilen. Da aber bey der Geſchwindigkeit, womit das Meteor vorüberziehe, und ſeiner unerwarteten Erſcheinung, die Beſtimmung mehr in einer ungefähren Schätzung als genauen Beſtimmung

bisher beſtanden habe, ſo ſey doch die Frage, ob auch wirklich bey allen die Höhe ſo beträchtlich geweſen ſey? Auffallend ſey es wenigſtens und mit unſern bisherigen Kenntniſſen von Verbreitung der Dünſte nicht wohl vereinbar, daß man unmittelbar nach der Exploſion ſolcher in großen Höhen zerplatzten Meteore einen ſehr ſtarken Schwefelgeruch verſpürt habe, ſo wie auch die Steinfälle mit Gewittern, welche bekanntlich keine ſo beträchtliche Höhe hätten, wohl zu berückſichtigen ſeyn.

Die Bahn werde für paraboliſch gehalten; allein der Winkel, welche die Parabel mit dem Horizont bilde, differire außerordentlich. Neuere Beobachtungen hätten überdem gelehrt, daß mehrere Aërolithen zum Theil aufwärts hüpften, und oft eine Richtung in ihrer Bewegung annähmen, welche der der Schwere gerade entgegengeſetzt wäre. Die Geſchwindigkeit ſey bisweilen ſo groß, daß ſie der des Laufes unſerer Erde gleich komme, ja dieſe ſelbſt übertreffe, mithin immer weit beträchtlicher, als ſie vom bloßen Falle ſeyn könnte. Nach allen Beobachtungen ſey die Bewegung gleichförmig, und nehme mit dem Laufe des Meteors nicht zu. Sie finde ſich aber auch nicht allein bey den Aërolithen, ſondern komme allen andern feurigen Meteoren ohne Steinkörper zu.

Die Zeitdauer dieſer Erſcheinung ſey äußerſt verſchieden, von $\frac{1}{4}$ Sekunde dehne ſie ſich auf einige Minuten aus, ja bey einigen habe man die Zeitdauer in einigen Stunden beobachtet, ehe der Steinfall ſich ereignet hätte.

Unterſuche man nun die herabgefallenen Steine, ſo ſey zuförderſt ſehr wichtig ihr Cohäſionszuſtand. Dieſer ſey durchaus nicht ſogleich derſelbe, nachdem ſie gefallen ſeyn, und einige Zeit nachher. Eine Menge der bisher beobachteten ſey weich gefallen, und wären ſie auch wirklich bey dem Fall ſchon etwas erhärtet, ſo ſey es doch ſelten in dem Grade geweſen, daß ſie nicht Eindrücke von den Körpern, auf welche ſie gefallen, erhalten hätten, oder leicht zertheilbar und leicht zwiſchen

den Fingern zerreiblich geweſen wären. Nachher aber ſeyn alle ſehr ſchnell erhärtet.

Die Größe der herabgefallenen Steine ſcheine davon abzuhangen, ob der Aërolith in viele Stücke ſich zertheile, oder mehr oder minder herabfalle; und ihre Form ſey aus dem urſprünglich weichen Zuſtande leicht erklärlich. Die Temperatur derſelben, friſch gefallen, ſey ſelten die der Atmoſphäre. Meiſt ſeyn ſie ſo heiß, daß man ſie nicht in den Händen halten könne, doch ſcheine ihre Temperatur ſelbſt dann, wenn ſie noch heiß und weich fielen, die des kochenden Waſſers nicht zu überſteigen, weil ſie nie, auch wenn ſie Stroh und andere brennbare Materien berührten, die geringſte Brandſtelle zurückließen.

Von dem qualitativen Verhalten der Meteorſteine habe man behauptet, daß es immer daſſelbe ſey. Es zeigten auch wirklich die vielen in neuerer Zeit angeſtellten Analyſen eine auffallende Uebereinſtimmung. Indeſſen ſcheine es ihm, daß theils einzelne Beſtandtheile, theils auch ganze Steine, welche der Beſchreibung nach von den bisher bekannten und in den chemiſchen Analyſen gewöhnlich aufgeführten ſich auffallend unterſchieden, und Ausnahmen zu machen ſchienen, nicht genug beachtet worden ſeyn.

Nach vielfacher Vergleichung finde er die Aërolithen vorzüglich mit zwey andern Naturerſcheinungen zuſammenfallend. Zuerſt mit den nicht metalliſchen Feuerkugeln und feurigen Meteoren aller Art überhaupt. Dieſe Verbindung ſey ſo auffallend, daß man beynahe ſicher ſeyn könne, daß in denjenigen Jahren, in welchen viele feurige Meteore geſehen würden, auch ein oder mehrere Steinregen ſich ereigneten, und umgekehrt finde man ſie nicht leicht in Jahren, die ſich nicht durch Trockenheit, vielfache Erſcheinungen brennender Dünſte u. ſ. f. auszeichneten. Da man außerdem wiſſe, daß die feurigen Meteore in ſolchen Jahren am häufigſten wären, in welchen Erdbeben ſich ereigneten, welchen ſie in der Regel unter

den mannigfaltigſten Formen vorausgingen, ſo finde ſich damit auch ein ſehr kennbarer Zuſammenhang zwiſchen Erdbeben und Steinfällen.

Nach Aufzählung dieſer Thatſachen ſtellt Herr Ruhland eine Prüfung über die Hypotheſen von der Entſtehung der meteoriſchen Subſtanzen an. Was nämlich zuerſt die Annahme des lunariſchen Urſprungs dieſer Körper betrifft, ſo habe man, mit Uebergehung der von mehreren gemachten ſehr triſtigen mathematiſchen Einwürfe, zuförderſt auf alle äußere Verhältniſſe, unter welchen die Meteorſteine ſich bildeten, wie Witterung, Luftdruck und Temperatur, Jahres- und Tageszeiten ſeyn, bey der Behauptung ihrer lunariſchen Entſtehung keine Rückſicht genommen; auch wäre allerdings nicht einzuſehen, wie dieſe Umſtände irgend eine Bedeutung für die Aërolithen haben könnten, wenn ſie wirklich auf dieſem Weltkörper ihre Entſtehung hätten, und doch zeige ſich bey einer leichten Vergleichung der einzelnen Fälle, daß alle dieſe Dinge für ihre Bildung nichts weniger als gleichgültig ſeyn. Es ſey ferner durchaus nicht begreiflich, wie im letzten Fall die Wolke zum Steinfall kommen ſollte, ſie müßte allein an dem klaren Himmel zufällig da ſeyn, und die Steine durch ſie, ſo wie durch die Gewitter, aus welchen einige Mal der Steinfall beobachtet worden, zufällig hindurchfallen, während doch aus ihr conſtant das Getöſe komme, ſie ſelbſt während des Steinfalles in einer beſtändigen Bewegung und Veränderung ſey und der Steinfall genau ihrer Richtung folge. Wollte man ſie für Dünſte erklären, die aus den Aërolithen aufſtiegen, ſo widerlege ſich dieſes dadurch, daß ſie und in mehreren Fällen ſogar lange Zeit vor dem Aërolithen geſehen worden. Wer dieſe Steine aus dem Monde fallen laſſe, der betrachte ſie als Laven, die durch die dortigen Vulkane ausgeworfen worden; in dieſem Falle ſeyn die damit verbundenen heftigen Dampfentwickelungen, das langſame Verbrennen dieſer Dünſte erſt während des Durchganges dieſer Steine durch die

Luft, ſo wie das erſt ſpät immer erſt in der Erdnähe erfolgende Zerſprengen und die geringe Oxydation der metalliſchen Theile des Aërolithen unbegreiflich, da unſere Laven wenigſtens nichts dem Aehnliches darböten. Eben ſo widerſprechend wäre die große Ungleichheit der Bahn, die Schiefe der Richtung und der mit der Erde oft beynahe parallele Gang, ſo wie noch mehr das Aufwärtshüpfen eines dieſer Steine, mithin eine der Schwere gerade entgegengeſetzte Bewegung. Wie wolle man ferner das in Verhältniß zu einem Fall vom Mond gar nicht in Anſchlag kommende Eindringen dieſer Maſſen in die Erde, und die ſo äußerſt geringe Fallkraft erklären, daß ſie nicht einmal das Dach eines Hauſes zu durchdringen vermögen? Körper vom Monde fallend, würden, wenn ſie auch ein Dach träfen, gewiß nicht davon abrollen, oder, wenn man auch annehme, daß ſie weich fielen, ſich, ſo wie ſie den Boden berührten, in unſichtbare kleine Theile theilen. Es müßte eben ſo die Dauer der Erſcheinung ungefähr bey allen dieſelbe, kaum durch Volumen und Schwere veränderlich, immer aber ſehr kurz ſeyn, und nie über Sekunden ſich belaufen; hier ſähen wir aber den Verlauf des Meteors auf Minuten und ſelbſt Stunden ſich ausdehnend.

Dieſelben Einwürfe ſtünden zweytens eben ſo der Ankunft der Aërolithen aus den Zwiſchenräumen der Weltkörper, ſie ſtünden jedem Syſteme, welches den Aërolithen kosmiſchen Urſprung geben wollte, direct entgegen. Keines könne das Verhältniß derſelben zum Wetter und andern Nebenbedingungen, zu der Wolke, aus welcher ein großer Theil derſelben gefallen ſey, ihren ungleichen, nicht nach der Schwere der einzelnen Steine ſich richtenden Fall, ihr geringes Eindringen in die Erde, das vielmehr ungeheuer ſeyn müßte, die Länge der Dauer dieſes Meteors, und die Richtung, in welcher ſie die Luft durchlaufen, erklären.

Am ſchlimmſten ſey aber jede kosmiſche Theorie mit der bedeutenden Anzahl anderer Meteore daran, welche

ſo große Aehnlichkeit mit den Aërolithen hätten, und ſo deutlich in ſie übergingen. Gebe man aber auch dieſen kosmiſchen Urſprung zu, ſo komme man auf Abſurditäten, läugne man ihn und erkläre dieſe für telluriſche Bildungen, ſo trenne man nicht nur willkührlich in genauer Verbindung ſtehende Dinge, ſondern man ſey auch jetzt gerade ſo weit, wie vor aller Unterſuchung, da nun genau dieſelben Schwierigkeiten ſich der Erklärung dieſer andern Meteore entgegenſtellten.

Zu den andern hieher gehörigen Erſcheinungen rechnet Herr Ruhland die nicht metalliſchen Feuerkugeln, die Sternſchnuppen, die an vielen Orten beobachteten Feuerregen, die Blutregen, Sandregen, viele, nicht blos aus Waſſerbläschen beſtehende Nebel und die ſogenannten Finſterniſſe, welche doch gewiß telluriſchen Urſprungs wären. Wollte man ſich alſo nicht blos den Hypotheſen überlaſſen, welche Schritt vor Schritt von der Natur widerlegt würden, ſo wäre man genöthigt, den telluriſchen Urſprung der Aërolithen ebenfalls anzunehmen. Auch müſſe uns wirklich ſchon der Gedanke, welche unendliche Menge nicht einfacher Gasarten, ſondern ſehr zuſammengeſetzter mit organiſch verbundenen Beſtandtheilen, das thieriſche und vegetabiliſche Reich täglich ausſtießen, welche die Luft verſchlinge, ohne daß wir eine regelmäßige Abſetzung derſelben, ſo wie es bey der wäſſerigen Ausdünſtung der Fall ſey, bisher beobachtet hätten, zu der Annahme verleiten, daß die Atmoſphäre einen, dieſen entgegengeſetzten Proceß haben müßte, um in ihrer Integrität zu bleiben.

Auch wäre man von jeher, dieſe Meteore durch eine Art Excretions-Proceß der Luft zu erklären, ſehr geneigt geweſen, wenn nicht vorzüglich zwey Schwierigkeiten, über welche dann die Phyſiker die unendlich größern auf der andern Seite zu vergeſſen ſchienen, ſie bisher abgehalten hätten. Die eine ſey, wie Theile, die ſchwerer als die Atmoſphäre ſind, ſich in ihr doch heben könnten, die zweyte, wie metalliſche Theilchen, wenn ſie ein-

mal in der Höhe der Luft gedacht würden, ſich in ihr ſo lange erhalten könnten, bis ſie ſich zur Kugel vereinigt hätten, ohne weit früher herabzufallen.

Man könnte hier allerdings ſchon im allgemeinen durch die Feuerkugeln und Sternſchnuppen antworten, die man doch nicht leicht auch vom Monde werde kommen laſſen wollen, deren Beſtandtheile ſich daher auch, gleich denen der Aërolithen, von der Erde erhoben haben müßten, um ſich dann in der Luft zu oft ungeheuren Klumpen gallerartigen Maſſen zu bilden. Es wären dies Thatſachen, die unläugbar, und demungeachtet um nichts begreiflicher ſeyn, als die Aërolithen ſelbſt. Man werde aber auch außerdem in Erklärung dieſer Erſcheinungen weiter kommen, wenn man nur von der Anſicht derjenigen abgehe, welche, den telluriſchen Urſprung derſelben annehmend, ſie aus abgeſonderten, fein verbreiteten Metalltheilchen entſtehen ließen, die ſich nun zur Bildung des Steines zuſammengehäuft und aggregirt hätten. Denn nehme man an, ſie beſtänden aus Metalltheilchen, die ſich in die Luft erheben und aggregiren, oder die Metalle ſeyn durch Waſſerſtoff oder andere Gasarten gebunden und verflüchtigt, und präcipitirten ſich zu dem, was wir Aërolithen nennten, welches die Meinung einiger Phyſiker ſey; ſo bleibe es immer unbegreiflich, wie in den bisher unterſuchten Steinen, mit Ausnahme weniger, eine ſo große und doch zugleich ſo gleichförmige Mannigfaltigkeit von Beſtandtheilen ſich hätte bilden können. Es bliebe ferner auf dieſe Art die Flamme und die dieſes Meteor begleitenden feurigen Erſcheinungen überhaupt ganz unbegreiflich. Man wollte ſie durch eine Schmelzung erklären, in welcher ſich die Steine befänden, allein Prouſt habe hinreichend gezeigt, daß dieſe ſchlechterdings nicht ſtatt gefunden haben könne, da bey der dazu nöthigen Rothglühehitze unmöglich nur ihre Oberfläche geſchmelzt ſeyn könnte, während unter ihr die Eiſen- Kies- und erdigen Theile kryſtalliſirt und glänzend zurückgeblieben. Außerdem habe man in dieſen

Theorien überhaupt immer nur die in die Aërolithenmaſſe eingehenden Metalle im Auge gehabt, und dabey den ſtarken Erdgehalt dieſer Steine außer Acht gelaſſen, während gerade ihre Exiſtenz am meiſten Schwierigkeit mache, da wir weder von Kieſelerdedünſten u. a. je viel gehört hätten, noch alle in den Aërolithen vorkommenden Metalle oder vollends die Erden vermittelſt eines in der Luft nicht einmal vorkommenden Waſſerſtoffs ſich verflüchtigten.

Es bleibe daher keine andere Annahme übrig, als dieſe, daß das ganze Meteor nicht in einer Aggregation, ſchon vorhandener metalliſcher Theilchen, ſondern in einer wahren Metallbildung beſtehe. Die Materie derſelben, aus welcher der Stein ſelbſt ſeine Entſtehung erhalte, beſtehe wohl ohne Zweifel aus denſelben gallerartigen und öhligen Theilen, welche auch den Körper der Feuerkugeln bildeten, wodurch ſich dann ſowohl die Größe des Meteors, als ſeine Entzündung, ſo wie die klebrige Kruſte erkläre, die man an einigen Aërolithen gefunden, da man die Steine doch ſelbſt immer nur als Reſiduum aus dem Proceſſe anzuſehen habe. Damit komme dann nicht nur die Natur des Waſſereiſens überein, das, wenn wir uns auf mehrere Erfahrungen ſtützen dürften, in Sümpfen aus den modernden organiſchen Theilen ſich zu bilden ſcheine, und dadurch, daß es dieſelben Beſtandtheile wie die Aërolithen blos mit Ausnahme des Nickels habe, welcher nach Vauquelin's eigener Vermuthung wohl noch darin gefunden werden möge, einen vortrefflichen Uebergang bilde, ſondern es ſprächen dafür auch mehrere organiſche Proceſſe, durch welche wir aus einer und derſelben ſchleimigen und gallerartigen Materie die mannichfaltigſten Erden und auch ſelbſt Metalle, wie das Eiſen, entſtehen ſähen.

Richte man nun ſeine Gedanken auf das, was die Luft täglich in ſich aufnehme, und in ſich gänzlich untergehen mache, ſo ſey es wohl ſehr gegründet, Proceſſe

nachzuſuchen, durch welche ſie ſich des beſtändig Aufgenommenen auch wieder entledige, und es ſcheine, daß ſie, ſo wie die wäſſerigen Theile, ſo auch dieſe andern unter den drey Formen, der feſten, flüſſigen und Bläschenform abgebe. Dadurch laſſen ſich alſo die Aërolithen ſelbſt unter dieſe Niederſchläge blos als einzelne Form ſtellen, und daraus die übrigen Erſcheinungen ſehr leicht ableiten, welche ſie begleiten. Dieſe Anſicht erhalte durch Moſcati's Verſuche, wodurch direct der Schleimgehalt der Luft, der ſpäter und angehäuft die Feuermeteore bilde, dem Verſuch unterworfen worden ſey, eine auffallende Beſtätigung.

Auch der Herr Hofrath Mayer *) iſt mehr der Meinung zugethan, daß die Meteormaſſen telluriſchen Urſprungs ſind. Beſonders war er neugierig zu wiſſen, ob nicht bey den genauen Beobachtungen der Feuerkugeln und der Steinfälle der Stand des Mondes mit der Entſtehung derſelben in einem gewiſſen Zuſammenhange ſich befinde, indem den Beobachtungen Joaldo's, Muſſchenbroek's, Hemmer's, v. Humboldt's und anderer zu Folge die Witterungsveränderungen mit gewiſſen Ständen des Mondes einen unverkennbaren Zuſammenhang hätten. Bey näherer Unterſuchung fand er auch wirklich, daß faſt bey allen dergleichen Phänomenen der Mond entweder in einem ſeiner Knoten ſich befand, oder nur um einen oder zwey Tage von einem der Knoten entfernt war und daß er zugleich in jener Hälfte ſeiner Bahn war, worin ſeine Phaſe abnimmt, oder worin er, nach Ordnung der himmliſchen Zeichen der Erde voraneilt (den Beobachter auf der Sonne gedacht). Gemeiniglich lag der Tag, worin ein ſolches Meteor beobachtet wurde, näher dem letzten Viertel als dem Vollmond oder Neumond und fiel öfters ſelbſt in dieſe Quadratur, während der Mond ſich

*) Commentationes societ. Reg. scientiar. Goetting. Class. mathem. Tom. XVI. p. 64. sq.

zugleich in der Knotenlinie befand. Bisweilen fielen im Mondeslauf, welcher der Beobachtung des Meteors vorangieng, der Tag des letzten Viertels und der Durchgang des Mondes durch die Knotenlinie beynahe zuſammen, ſo daß dieſe Mondspunkte vorzüglich unſere Atmoſphäre geneigt zu machen ſchienen zur Erzeugung der Feuerkugeln und der mit ihnen herabfallenden Steine, obgleich, von dieſen Standpunkten des Mondes angerechnet, bisweilen noch ein Zwiſchenraum von einigen Tagen nöthig ſey, um ein ſolches Meteor zur Reife zu bringen.

Der Herr Prof. Schweigger *) iſt mit einigen Folgerungen des Herrn Ruhland nicht ganz einſtimmig. Selbſt wenn bey fortgeſetzter Prüfung nach Mayer's Beobachtungen ſich durchgängig, wenigſtens in den meiſten Fällen, der Zuſammenhang jener Meteore mit gewiſſen Mondesſtänden und atmoſphäriſchen Verhältniſſen noch befriedigender nachweiſen ließe, als ſolches bis jetzt ſchon geſchehen ſey; ſo würde es doch höchſt unwahrſcheinlich bleiben, daß dieſe Meteormaſſen den von der Luft nach Art der Miasmen aufgelöſten terreſtriſchen Theilen ihren Urſprung verdankten. Eine ſolche blos atmoſphäriſche Theorie der Meteorſteine habe nämlich mit dem unwiderleglichen Einwurfe zu kämpfen, welcher von der Höhe, woraus dieſelben meiſtens herabfielen hergenommen werde. Berechne man die Dünne der Luft in ſolchen Höhen, ſo ſehe man leicht, daß wenn auch zu ſo hohen Regionen die unten aufgelöſten metalliſchen und erdigen Theile hinaufgeführt werden ſollten, dennoch, um nur einen Meteorſtein von mittlerer Größe hervorzubringen, Luftmaſſen von der Größe ganzer Welttheile zerſetzt, und das Metalliſche und Erdige was ſie enthielten, wie durch ein Wunder, auf einen Punkt zuſammengeführt werden müßte. Wolle man auch annehmen, daß ſich die Maſſe nur erſt im Herabfallen vermehre; ſo werde

*) Journal für Chemie u. Phyſik. B. XII. S. 417. ff.

doch die Schwierigkeit, welche aus der nothwendigen Vorausſetzung einer höchſt feinen Zertheilung jener hypothetiſch angenommenen metalliſchen und erdigen von der Luft aufgelöſten Theile entſtehe, nur wenig vermindert.

Dagegen ſtünden aber auch der kosmiſchen Hypotheſe alle die Schwierigkeiten entgegen, welche Ruhland dargelegt habe. Und ohnehin werde dieſelbe ſchon durch die große Miſchungsähnlichkeit aller Meteormaſſen höchſt unwahrſcheinlich.

Herr Schweigger iſt geneigt eine neue Hypotheſe anzunehmen, welche gewiſſermaßen zwiſchen der kosmiſchen und atmoſphäriſchen in der Mitte ſteht. Es laſſe ſich nämlich auf dieſelbe Art, wie der Saturnusring, der aus einer Menge einzelner Meteormaſſen zu beſtehen ſcheine, um unſere Erde eine ähnliche Urmaterie gedenken, welche noch in den Himmelsregionen ſchwebe, wo ein der Erde näherer Mond, als der in verhältnißmäßig ſehr weitem Abſtande von 60 Erdhalbmeſſern befindliche, ſich hätte bilden können. Dieſe Urmaterie möge ſich weithin ausdehnen, zum Theil hoch über die Regionen der Atmoſphäre hinaus zum Theil aber noch in dieſelbe ſich hinein erſtrecken. Ihre Zerſtreuung mache ſie für uns unwahrnehmbar; aber ſowohl atmoſphäriſche Veranlaſſungen, als hinzukommende Einflüſſe des Mondes könnten dazu beytragen, daß Theile derſelben ſich ſammleten, verbänden und umbildeten, chemiſchen Geſetzen gemäß unter Feuererſcheinung, und ſo herabſtürzten zur Erde.

Dem Herrn Hofrath Muncke *) ſcheinen die unbezweifelten Thatſachen, daß bey unzähligen techniſchen Proceſſen, und insbeſondere bey vulkaniſchen Eruptionen eine ſehr große Menge metalliſcher Dämpfe eben ſo in die Atmoſphäre aufſtiegen, als Waſſerdämpfe, anfänglich eine leichte Erklärung zu geben, daraus die Ent-

*) Schweigger's Journ. für Chemie u. Phyſik. B. XXX. S. 259. ff.

ſtehung der Meteorolithen in der Atmoſphäre zu erklären; allein er bemerkt, daß bey genauerer Prüfung, ſich noch weit größere Gegengründe gegen die Meinung über die Entſtehung der Aërolithen in unſerm Luftkreiſe aufſtellen ließen. Wollte man behaupten, daß ſie aus Verflüchtigungen erdiger und metalliſcher Subſtanzen in der Atmoſphäre gebildet würden, ſo wäre es nicht zu begreifen, warum gerade die am leichteſten und ſtärkſten ſich verflüchtigenden Metalle, als Arſenik, Zink u. a. in denſelben gar nicht angetroffen werden.

Der weſentlichſte, ſchon oft gemachte Einwurf gegen die Vorausſetzung der Entſtehung der meteoriſchen Maſſen in der Atmoſphäre unſerer Erde liege beſonders in der unglaublichen Feinheit der Atmoſphäre in denjenigen Höhen, in welchen die Meteorolithen gebildet werden müßten. Um dies deutlicher zu überſehen, dürfe man nur von 10 zu 10 Meilen die Dichtigkeit der Luft berühren. Wenn er die Temperatur an allen Stellen der Atmoſphäre nahe 0 ſetzte; ſo fand er vermöge der barometriſchen Formel des Herrn de Luc die Dichtigkeit der Luft in einer Höhe von 100 Meilen um 853 hunderttauſendſechſtillionmal dünner, als auf der Erdoberfläche. Wenn es daher wirklich gegründet ſey, daß Feuerkugeln, aus welchen Meteorſteine herabfallen, in Höhen von 50 bis 80, ja ſogar bis 100 Meilen beobachtet ſeyn, und wir wollten annehmen, daß die Subſtanzen in Gasform, aus deren Vereinigung ſie entſtehen ſollen, dort nur diejenige Dichtigkeit hätten, welche der atmoſphäriſchen Luft an jenen Orten zukommen würde, obgleich ſie eigentlich weit geringer ſeyn müßte, daß ferner dieſe Stoffe den Geſetzen der Schwere gemäß ſich nicht aufwärts bewegt, ſondern aus den darüber liegenden Höhen herabgeſenkt hätten; ſo würden Billionen von Cubikmeilen zu ihrer Bildung erfordert werden, deren Höhe weit über die mögliche Grenze der Atmoſphäre hinausginge, und wobey die äußerſten Theilchen hiernach Jahrhunderte bedürften, um bey einer Bewegung, wie die einer Kanonenkugel im gemeinſchaftlichen Vereini-

gungspunkte anzukommen. Man ſehe hieraus deutlich, daß dieſe Hypotheſe an ihrer innern Unmöglichkeit ſcheitere, und ſo leicht es klinge, wenn man im Allgemeinen ſage: die Atmoſphäre enthalte ja alle möglichen Stoffe, und verſchiedenartigen Auflöſungen, deren es zur Bildung der Meteorſteine bedürfe, und deren zufällige Vereinigung leicht denkbar ſey; ſo falle doch der Widerſpruch gegen die erwieſenſten Naturgeſetze bey genauerer Prüfung ſehr bald in die Augen.

Was aber diejenige Hypotheſe betrifft, nach welcher die Entſtehung der Meteorolithen als Produkte der Monds-Vulkane betrachtet werden, ſo führt Herr Muncke außer den im Artikel bereits angeführten wichtigen Einwendungen noch an, daß ihm ſelbſt im Allgemeinen die Exiſtenz der Monds-Vulkane noch ſehr problematiſch zu ſeyn ſcheine: denn der Mond zeige ſich in guten Fernröhren ſo durchaus unbelebt, und habe ſo das Anſehen einer bloßen Kalk- und Erdmaſſe, ohne irgend eine Spur von Waſſer, welches zur Erzeugung bedeutender Wurfkräfte vermittelſt der Dämpfe ganz unentbehrlich ſey, ſo daß er ſich wenigſtens von der Anweſenheit der Vulkane auf demſelben nicht füglich überzeugen könne. Die auf ſelbigem beobachteten Lichtflecken möchte er lieber aus andern Urſachen, namentlich aus örtlicher Phosphorescenz, ableiten. — Ich erinnere hiebey an die neueſten Entdeckungen, welche der Herr Paula von Gruithuiſen am Monde beobachtet haben will, wovon das Weſentlichſte unter dem Artikel: Mond, zu finden iſt. —

Herr Muncke iſt der Meinung derjenigen zugethan, welche mit Chladni's zuerſt aufgeſtellter Hypotheſe die Entſtehung der Meteorolithen für kosmiſch halten. Hiebey, bemerkt er, zeigen ſich nur noch zwey Schwierigkeiten gegen die Zuläſſigkeit dieſer Hypotheſe, welche allerdings einer Beachtung werth wären. Die erſte liege in der großen Anzahl dieſer meteoriſchen Erſcheinungen. Rechneten wir nämlich nicht allein die großen Feuerkugeln hieher, welche Meteorſteine herabfallen ließen, ſon-

dern auch alle Sternſchnuppen, ſo könnte man allerdings ſagen, daß es ſchwer ſey, hiebey ſtets an herabfallende kosmiſche Subſtanzen zu denken. Allein es ließen ſich, bemerkt Herr Muncke, die Grenzen der Menge derſelben, die ſich im Weltraume bewegen möchten, nicht füglich beſtimmen, beſonders wenn man bedenke, daß die eigentliche Maſſe der kleinern Sternſchnuppen nur höchſt unbedeutend ſey, ſo daß deren viele Tauſende, ja wohl Millionen aus einer einzigen großen Feuerkugel gebildet werden könnten. Ueberdem ſey auch noch nicht einmal die Identität der Feuerkugeln mit den Sternſchnuppen völlig dargethan.

Einen zweyten Einwurf habe man aus der Erhitzung der Feuerkugeln und Sternſchnuppen hergenommen, indem man nicht begreifen könnte, wie dieſe in demjenigen Grade, welchen die Beobachtungen zeigten, auf irgend eine Weiſe entſtehen könne. Chladni und mehrere andere ſuchen dies aus der Reibung in der Luft und aus der Compreſſion derſelben zu erklären, und unterſtützen dieſe Anſicht dadurch, daß ſie zu zeigen ſuchen, wie die aufſteigende und ſprungweiſe gehende Bewegung mancher Feuerkugeln gleichfalls durch den Widerſtand der Atmoſphäre erzeugt werde. Herr Muncke bemerkt aber, daß die letztere Behauptung eine Menge Widerſprüche zu enthalten ſcheine; auch ſcheine es ihm ganz unzuläſſig zu ſeyn, die Glühehitze der Feuerkugeln aus ihrer Bewegung in der atmoſphäriſchen Luft durch die Reibung und den Widerſtand abzuleiten. Denn kein einziger Verſuch habe auf dieſe Weiſe entſcheidend dargethan, daß eine ſo große Hitze entſtehe, als zum Glühendmachen ſo großer Metallmaſſen erforderlich ſeyn würde. Abgeſehen davon wären die Feuerkugeln in Höhen von 100 ja ſogar von 800 bis 1000 Meilen leuchtend, mithin auch glühend beobachtet worden, wovon wir dreiſt behaupten könnten, daß ſich daſelbſt nach unſern Begriffen gar keine Luft mehr befände, mithin gar kein Entzünden ſtatt finden könne. Nach Herrn Muncke erſcheinen viel-

mehr die Feuerkugeln in unermeßlichen Höhen als leuchtende, mithin glühende, dunſtförmige, den Kometen ähnliche Körper. Kommen dieſe nun in die Atmoſphäre unſerer Erde, ſo werden ſie zuſammenſintern, der Schnelligkeit wegen aber nur loſe und ſo, daß ſie ſich anfangs noch locker und zerreiblich zeigen; anderntheils werden einzelne Theilchen ſowohl als Funken umherſprühen, wie bey verbrennendem Eiſen, wodurch bey der Größe der Hitze und dem freyen Schweben dieſer Körper aufſteigende, ſeitwärts gehende und überhaupt raketenartige Bewegungen entſtehen müſſen; endlich aber wird ein Theil der Geſammtmaſſe als ein phosphoriſch leuchtender, zuweilen aber als ein rauchartiger Nebel zurückbleiben, wenn anders dieſe beyden Erſcheinnngen nicht identiſch und blos nach dem modificirenden Einfluſſe des Tageslichtes verſchieden ſind.

So ſcharfſinnig auch der Hofrath Muncke dieſe ſeine Anſichten zum Beweiſe, daß die Meteorolithen kosmiſchen Urſprungs ſind, aufgeſtellt hat, ſo ſcheinen ſie doch nicht allein mit den von Herrn Ruhland oben angeführten unbezweifelten Thatſachen nicht beſtehen zu können, ſondern es ſind auch ſeine Haupteinwürfe gegen die Meinung, daß die Entſtehung der Meteorolithen in unſerer Atmoſphäre erfolge, von dem Herrn Profeſſor Fiſcher in Berlin und dem Lehrer Egen am Gymnaſ. zu Soeſt in Weſtphalen glücklich gehoben worden. In Hinſicht der Einwendung der großen Höhe mancher Feuerkugeln gegen ihren atmoſphäriſchen Urſprung bemerkt Herr Egen *) ganz richtig, daß die Höhenbeſtimmungen der Meteore auf viel zu unſichern Daten beruhen, als daß nicht manche um das zwey- und mehrfache unrichtig ſeyn ſollte. Daß in den Höhen, aus welchen Feuerkugeln kämen, und in noch entfernteren einiges vorgehe, was der Erde eigengenthümlich zugehöre, lehrten die Nordlichter. Einige Phyſiker gäben denſelben 200 bis 300 Meilen Höhe,

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXXII. S. 575. ff.

und gleichwohl ſtünden ſie mit dem Erdmagnetismus in der genaueſten Verbindung; ſeyn daher telluriſch, nicht kosmiſch. Er müſſe freylich zugeben, daß in ſo großen Höhen, wenn das Mariotte'ſche Geſetz ganz allgemein ſey, was jedoch noch nicht erwieſen worden, die Luft ſo dünn ſeyn müſſe, daß ein ungemein großer Bezirk alles Ponderable hätte hergeben müſſen, um nur einen mäßigen Meteorſtein zu bilden. Allein es könnte ſeyn, daß das angeführte Geſetz für ſo hohe Grade der Luftverdünnung nicht mehr gültig ſey, oder daß die Expanſivkraft mineraliſcher Dämpfe andere Geſetze befolgte. Laſſe doch auch Herr **Biot**, eben kein Freund von unnatürlichen Hypotheſen, die Säulen des Nordlichtes aus Eiſentheilen beſtehen, und ſey nicht das Eiſen, welches allein des mit der Elektricität in ſo naher Beziehung ſtehenden Magnetismus in höherm Grade fähig ſey, ein weſentlicher Beſtandtheil der Meteormaſſen? Ja es könnte auch ſeyn, daß ſich dichtere Meteormaſſen erſt in den etwas niedern Schichten der Atmoſphäre bildeten. Alle dieſe: **Es könnte ſeyn**, würden hinreichen zu beweiſen, daß ſich unſere Einſicht nicht anmaßen dürfe, über Sachen beſtimmt abzuſprechen, wenn ſie bis zur Kenntniß derſelben noch nicht vorgedrungen ſey, und daß es zwiſchen Himmel und Erde noch manches geben könne, wovon ſich unſere Phyſik nichts träumen laſſe.

Außer den von **Ruhland** angeführten Gründen für den telluriſchen Urſprung der Meteorolithen führt Herr **Egen** noch folgenden höchſt wahrſcheinlichen an: Es habe, ſo lange die Menſchen die Natur beobachtet hätten, die Erde ein abgeſchloſſenes Ganze in der Art gebildet, daß kundlich und nachweislich nichts Ponderables ihr zu- noch von ihr abgekommen ſey. Hieraus folge höchſt wahrſcheinlich, daß alles Ponderable, was uns auf der Erde als neu vorkomme, und von dem wir weiter noch nichts wüßten, der Erde eigenthümlich angehöre. Da nun die Meteormaſſen ſolche Beſtandtheile enthalten, welche allenthalben auf und in unſerer Erde

gefunden werden, von den coſmiſchen Maſſen, wenn es wirklich dergleichen giebt, aber und von den Maſſen der übrigen Weltkörper ihre Natur und Beſchaffenheit auf keine Weiſe dargethan werden kann; ſo erhellet um ſo mehr, daß die lunariſche oder koſmiſche Entſtehung der meteoriſchen Maſſen eine weit geringere Wahrſcheinlichkeit gewähre, als die telluriſche.

Herr Chladni *) hat verſucht, die von Egen aufgeſtellten Gründe gegen den koſmiſchen und lunariſchen Urſprung der Meteormaſſen zu widerlegen. Wenn ſich auch die Höhen nicht mit großer Genauigkeit beſtimmen ließen, ſo ſey es doch immer unbezweifelt, daß ſie da, wo correſpondirende Beobachtungen ſeyn angeſtellt worden, ſehr beträchtlich geweſen ſeyn. Viele Berechner hätten auch nicht das Größere dem Großen vorgezogen, ſondern lieber die Größen ſo angegeben, wie ſie bey einer mäßigen Schätzung wenigſtens anzunehmen ſeyn.

Den von Egen beygebrachten Grund für den telluriſchen Urſprung der Meteormaſſen: daß nämlich unſere Erde ein abgeſchloſſenes Ganze bilde, wo nachweislich nie etwas Ponderables dazu oder davon gekommen ſey, ſucht Chladni, aber, wie mich dünkt, mit ſchwachen Gründen zu widerlegen. Er bemerkt zuerſt, daß die angeführte Meinung zwar eine gewöhnliche, aber ganz willkührliche, angenommene ſey (nach meiner Meinung nicht ganz willkührliche, ſondern vielmehr aller Analogie gemäß die höchſt wahrſcheinlichſte), welche mehr gegen ſich, als für ſich habe, und durch welche unſere Anſichten von Bildung der Weltkörper und von den darauf vorfallenden Veränderungen ſehr beengt würden. Wenn auch wirklich die Beſtandtheile der Meteorſteine ſich auf unſerer Erde fänden, ſo ſey dies noch gar kein Grund für den telluriſchen Urſprung derſelben, indem dieſer Umſtand vielmehr es höchſt wahrſcheinlich mache, daß die Natur bey Bildung der Weltkörper ſich ziem-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXXV. S. 247. ff.

lich derſelben Materialien, die wir auch auf unſerer Erde fänden, möge bedient haben: wiewohl es auch eben ſo wahrſcheinlich ſey, daß ſie auf verſchiedene Weiſe auf verſchiedenen Weltkörpern möchten angeordnet und zuſammengeſetzt ſeyn, und daß auf manchen mehr und auf manchen weniger von demſelben Material vorhanden ſeyn möchte. Ueberhaupt finde ſich nach den vortrefflichen Beobachtungen von Schroeter, weit mehr Aehnlichkeit zwiſchen unſerer Erde und einigen andern Weltkörpern unſers Sonnenſyſtems, als mancher ohne dieſe Beobachtungen würde vermuthet haben.

Geſetzt, man wolle gern zugeben, daß alle übrige Weltkörper unter ſich eine größere Aehnlichkeit hätten, als wir vermutheten, ſo iſt vors erſte dieſe Aehnlichkeit durch unläugbare Thatſachen noch nicht ſo bewieſen, daß wir ſie als wirklich anzunehmen berechtigt wären; und wenn ſie es zweytens auch wirklich wäre; ſo müſſen wir doch gewiß dieſe Hypotheſe, nach welcher die telluriſche Entſtehung der Meteorſteine mit derſelben Wahrſcheinlichkeit erwieſen werden kann, als diejenige, welche für den kosmiſchen oder lunariſchen Urſprung ſpricht, als die wahrſcheinlichere annehmen, indem dafür immer die unläugbare Thatſache ſpricht, daß unſere Erde beſtändig ein abgeſchloſſenes Ganze bilde, von welchem weder was Ponderables wegkomme noch zu welchem dergleichen hinzukomme.

Der Herr Prof. Fiſcher *) hat beſonders der wichtigſten Einwendung gegen den telluriſchen Urſprung der Aërolithen, welche von der außerordentlichen Höhe hergenommen iſt, durch eine Berechnung zu begegnen geſucht. Nach den ſehr ſorgfältigen Abwägungen der Luft, welche von den Herren Biot und Arrago ſind ausgeführt worden, wäge ein Preußiſcher Cubikfuß Luft bey 0° Temperatur, und 28 Par. Zoll Barometerhöhe, nahe

*) Abhandlungen der Königl. Akademie der Wiſſenſchaften zu Berlin aus den Jahren 1820—1821. Berl. 1822. 4. S. 11. ff.

an $2\frac{3}{4}$ Preußiſche Loth. Hieraus folge, daß eine einzige Cubikruthe gegen 148 Pfund, alſo mehr als $1\frac{1}{3}$ Centner wiege. Entſtänden alſo Meteormaſſen in den untern Gegenden der Atmoſphäre, ſo würden ſehr mäßige Lufträume zu ihrer Bildung hinreichen. Es ſey aber die Luft in den höchſten Gegenden, wo die meteoriſchen Maſſen entſtünden, weit dünner, und müßte man daher auch hierüber die gehörige Berechnung anſtellen. Nach dem allgemeinen Geſetze der Abnahme der Dichtigkeit der atmoſphäriſchen Luft in den größern Höhen würden alſo in einer Höhe von 10 Meilen ungefähr 1000 Cubikruthen, in einer Höhe von 20 Meilen 1000000 Cubikruthen Luft eben ſo viel wiegen, als 1 Cubikruthe an der Erdfläche. Ja wolle man ſogar annehmen, daß die in einer ſolchen Höhe befindliche atmoſphäriſche Luft nur 1 pro mille fremder Dünſte enthalte, ſo wurde ein Luftraum von 1000 Millionen Cubikruthen, welches nicht mehr als ungefähr der achte Theil einer Cubikmeile ſey, in einer Höhe von 20 Meilen, 148 Pfund an fremdartigen Stoffen enthalten. Selbſt ein hundertmal größerer Raum, der Stoff zu einem Meteorſtein von 14800 Pfund enthielte, würde in der Höhe von 20 Meilen von der Erde aus geſehen nur unter einem Winkel von etwas mehr als 16 Grad erſcheinen. Selbſt eine augenblickliche Vernichtung einer ſolchen Luftmaſſe würde die Atmoſphäre ſchwerlich in Aufruhr bringen. In den höchſten Gegenden würde ſie freylich heftige Bewegungen hervorbringen; allein bey der großen Dünnheit der dort befindlichen Luft ſey es kaum glaublich, daß dadurch große Bewegungen in den unterſten Gegenden des Luftkreiſes entſtehen könnten.

Außer andern Thatſachen, aus welchen Herr Fiſcher den telluriſchen Urſprung der Meteormaſſen abzuleiten ſucht, führt er noch einen merkwürdigen Umſtand an, welchen Herr Chladni bekannt gemacht hat, und welcher der Vorausſetzung, daß die Meteormaſſen in der Atmoſphäre unſerer Erde entſtehen, ſehr günſtig iſt.

Herr Chladni bemerkt nämlich, daß, wo man Gelegenheit gehabt habe, eine ſolche Erſcheinung von ihrem erſten Entſtehen an zu beobachten, gewöhnlich ein mehr ausgebreiteter Lichtſchimmer an der Stelle der Erſcheinung vorausgegangen ſey, wovon in einer Anmerkung ein ſehr merkwürdiges Beyſpiel angeführt wird. Herr Chladni nimmt hiebey an, daß in dieſem Falle die Maſſe in Staubgeſtalt zur Atmoſphäre komme, und ſich dann erſt eine einzige zuſammenhängende Feuerkugel bilde, wenn ſich dieſe Staubwolke bey ihrem Eintritt in den Luftkreis entzünde. Herr Fiſcher bemerkt aber, es ſey ihm unbegreiflich, wie ſich dieſe Staubwolke in einen einzigen Körper vereinigen ſollte, wenn gleich jedes Stäubchen geſchmolzen wäre; da die Cohäſionskraft, die allein ein ſolches Zuſammenfließen bewirken könne, nur bey der Berührung, oder nur in unendlich kleiner Entfernung wirkſam ſey, aber bey der allerkleinſten endlichen Entfernung unendlich ſchwächer als die Schwere ſey. Ein ſolches Zuſammenfließen könnte daher nur durch eine von außen her wirkende, und den Staub mechaniſch gegen einander treibende Kraft bewirkt werden. Es ſey aber nicht zu begreifen, woher eine ſolche Kraft kommen ſollte, beſonders da die Hitze des glühenden Staubes nothwendig ein Abſtoßen der Luft nach allen Seiten hervorbringen müſſe. Dagegen ſchließe ſich dieſe Erſcheinung ſo gut an die Vorausſetzung des telluriſchen Urſprungs, daß es ſcheine, als habe man die Natur gleichſam in dem großen Laboratorium des Luftkreiſes, bey der Erzeugung einer Feuerkugel oder eines Meteorſteins belauſcht. Denn habe ſich eine Art Elektricität an einem Orte hinlänglich gehäuft, und befänden ſich daſelbſt Dünſte, welche einer Reduction durch Elektricität empfänglich ſeyn, ſo werde unſtreitig die erſte Wirkung darin beſtehen, daß ſich die Elektricität, wie immer, mit Blitzesſchnelle durch die ganze empfängliche Dunſtmaſſe verbreite, und ſie durch die beginnende Reduction leuchtend mache, woraus ein matter, aber ausgebreiteter Lichtſchimmer entſtehen müſſe. Ein ſolcher Licht-

ſchimmer, der vielleicht einen Durchmeſſer von mehreren Graden habe, könne aber in einer Höhe von mehr als 20 Meilen Stoff zu den größten Meteorſteinen enthalten. Der Lichtſchimmer könne aber nicht von langer Dauer ſeyn; denn ſobald die Reduction vollendet ſey, trete wegen des ſtetigen Zuſammenhanges aller Theile des Dunſtes die Cohäſionskraft in ihre völlige Wirkſamkeit ein, und ziehe plötzlich die ganze reducirte Maſſe in einen einzigen Körper zuſammen.

Obgleich noch manches Schwierige bey der Hypotheſe, welche den Urſprung der Meteormaſſen in die Atmoſphäre unſrer Erde ſetzt, zurückbleibt, ſo ſcheint ſie aus den bisher angeführten Umſtänden, welche gewöhnlich bey Entſtehung derſelben ſich vorfinden, weit befriedigender zu ſeyn, als jede andere, weil ſie die Vorgänge natürlicher und mit aller Analogie übereinſtimmender erklärt.

Miasmen (Miasmata) (N. A.) (von dem Griechiſchen Worte *μίασμα*, Verunreinigung), heißen Dünſte oder Ausdünſtungen, welche, wenn ſie in Berührung mit dem thieriſchen Körper kommen, verſchiedene Krankheiten erregen können, wie z. B. das Blatterngift, die Peſt, das Gift der Maſern, des Keuchhuſtens, des Scharlachfiebers, des gelben Fiebers u. d. gl. Man war ſonſt wohl der Meinung, daß der geſunde Einfluß der atmoſphäriſchen Luft auf den thieriſchen Körper blos in einem gewiſſen beſtimmten Verhältniſſe der Miſchung von Sauerſtoff- und Stickſtoffgas zu ſuchen ſey; allein mit Hülfe der Eudiometer ergab ſich ſehr bald, daß dieſe Meinung auf einem Irrthume beruhe, und daß die Heilſamkeit der Luft für den thieriſchen Körper von andern Subſtanzen abhange, die bis jetzt den Naturforſchern gänzlich entgangen ſind. Die Herren **Thenard** und **Dupuytren** *) waren die erſten, welche mittelſt eines Verſuches über den in der atmoſphäriſchen Luft aufgeſtiegenen unreinen und die Geſundheit des thieriſchen

---

*) Annales de Chimie. Tom. LXXXII. p. 330.

Körpers angreifenden Stoff einiges Licht verbreiteten. Nachher hat beſonders Moſcati α) in Italien mehrere Verſuche über die in die Luft aufgeſtiegenen Miasmen, welche ſich theils in ſumpfigen Gegenden, theils in Umgebungen großer Hoſpitäler vorfinden, angeſtellt, und fand, daß ſie ganz die Natur einer thieriſchen Subſtanz hatten. Indeſſen ſind dieſe giftigen Effluvien von den Chemikern noch ſo wenig unterſucht, daß von ihrer wahren Beſchaffenheit nichts beſtimmtes angeführt werden kann. Nach Herrn Ure's β) Meinung beſtehen ſie wahrſcheinlich aus Waſſerſtoff verbunden mit Schwefel, Phosphor, Kohlenſtoff und Stickſtoff in noch unbekannten Verhältniſſen und Zuſtänden der Verbindung. Am ſicherſten und zweckmäßigſten werden dieſe anſteckenden Stoffe neutraliſirt oder unſchädlich gemacht durch Salpeterſäure, Salzſäuregas und Chlor. Die beyden letztern ſind am wirkſamſten, können aber nur an ſolchen Orten angewendet werden, wo der Kranke während der Anwendung entfernt werden kann. Salpeterſäuredunſt kann aber ohne große Unbehaglichkeit in den Krankenzimmern verbreitet werden. Die Entdeckung, die ſchädlichen Subſtanzen in der Luft durch Räuchern mit Säuren zu zerſtören, gehört Guyton de Morveau an, welcher durch den Verſuch, den Leichengeruch in einer Kirche zu Dijon mittelſt Räuchern mit gemeiner Salzſäure zu zerſtören, darauf geleitet wurde. Die Räucherung mit Salzſäure-Superoxydul geſchieht auf folgende ſehr leichte Art: Man mengt z. B. 1 Loth feingeriebenen Braunſtein mit 4 Loth zerſtoßenem Kochſalze; gießt dann ein Gemiſch von 3 Loth concentrirter Schwefelſäure und 6 Loth Waſſer in eine Theetaſſe, ſtellt dieſe auf einen warmen Stubenofen, oder im Sommer über eine Lichtflamme, ſo daß ſie gelinde erwärmt wird, und ſetzt dann das Salzgemenge nach und nach in

---

α) Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. V. S. 323.

β) Handwörterbuch der praktiſchen Chemie von Ure a. d. Engl. überſetzt. Weimar 1825. 8. S. 693. Artikel: Miasmata.

kleinen Portionen zu, ſo daß die Stubenluft immer ſo viel gasförmiges Superoxydul enthält, als man ohne Beſchwerde vertragen kann.

Für diejenigen, welche an Bruſtkrankheiten leiden, bedient man ſich lieber der Salpeterſäure, und entwickelt ſie auf die Art, daß man concentrirte Schwefelſäure in eine Theetaſſe gießt, und Salpeterſäure in kleinen Parthien zuſetzt. Das Gemenge muß lauwarm erhalten werden, damit die Säure Gasgeſtalt annimmt.

Mikrometer (Zuſ. z. S. 579. Th. III.). Es war dem Herrn D. **Wollaſton** *) geglückt, durch mehrere verſuchte Mittel, Silber- Gold- und beſonders Platindrähte zu einer faſt unglaublichen Feinheit zu ziehen. Er erhielt Platindrähte, welche nur $\frac{1}{4000}$ und $\frac{1}{5000}$ Zoll dick waren, und ſich beyde ganz vortrefflich zu Mikrometern und Fadennetzen für den aſtronomiſchen Gebrauch eigneten. Ja er brachte die Feinheit der Platindrähte bis zu $\frac{1}{30000}$ Zoll Durchmeſſer. Um nun die Dicke dieſer feinen Drähte mit mehr Genauigkeit zu meſſen, als dies mit den bisherigen Inſtrumenten möglich war, verfertigte er ſich aus einer einzigen convexen Glaslinſe von $\frac{1}{12}$ Zoll Brennweite ein kleines **Mikrometer**. Es hat daſſelbe von außen die Geſtalt eines gewöhnlichen Fernrohrs, das aus drey Röhren beſteht. Die Stelle des Objektivglaſes nimmt ein Maasſtab ein, welcher aus kleinen Drahtſtücken von $\frac{1}{50}$ Zoll Dicke, die Seite an Seite liegen und folglich gleiche Theile geben, mit regelmäßiger Abwechſelung in ihrer Länge, um ſie leicht zählen zu können, zuſammengeſetzt iſt. Die kleine Convexlinſe befindet ſich in der Stelle des Okulars, hinter welchem ſich in der Röhre deſſelben ein Schieber mit ein Paar auf einander liegenden ebenen Gläſern, zwiſchen welchen der zu meſſende Gegenſtand eingeſchloſſen wird, befindet, wodurch der Gegenſtand ſeitwärts hin und her bewegt werden kann, um ihn vor jedem Theil des an der Stelle des Objektivs befindlichen

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LII. S. 284 ff.

Maasſtabes zu bringen. Uebrigens läßt ſich die convexe Glaslinſe etwas dem zu betrachtenden Gegenſtand nähern oder von ihm entfernen, damit derſelbe dadurch bey der Vergrößerung die gehörige Deutlichkeit erhalte.

Nun iſt noch der Werth der Theile des Maasſtabes genau zu beſtimmen, welche ſich beſtändig ändern, je nachdem man die Röhre, in welcher ſich die Convexlinſe befindet, weiter herauszieht. In **Wollaſton's** Inſtrument entſprach jeder einzelne Theil des Maasſtabes, wenn er von der Convexlinſe 16,6 Zoll abſtand, $\frac{1}{10000}$ Zoll. Und da bey kleinen Winkeln die ſcheinbare Größe in eben dem Verhältniſſe abnimmt, als die Entfernung zunimmt, ſo hatte bey einem Abſtande von $8\frac{1}{10}$ Zoll von der Convexlinſe jeder einzelne Theil des Maasſtabes den Werth von $\frac{1}{5000}$ Zoll. Der Werth von $\frac{1}{1000}$ Zoll mehr oder weniger entſprach einer Veränderung im Abſtande um 1,66 Zoll; und hiernach war an der äußern Seite der Röhre, worin das Converglas ſich befand, der Länge nach ein Maasſtab aufgetragen.

Um mit einem ſolchen Mikrometer irgend einen Gegenſtand zu meſſen, hat man nur nöthig in irgend einer zufälligen Lage der Röhre die Zahl, welche am äußern Längenmaasſtabe abgeſchnitten wird, als Nenner, und die Zahl von Theilen, welche der Gegenſtand auf dem innern Maasſtabe zu bedecken ſcheint, als Zähler eines Bruchs zu ſchreiben, ſo hat man die Größe des Gegenſtandes in Theilen eines Zolles.

Beſſer iſt es aber, man ſchiebt die Röhre ſo lange herein- oder herauswärts, bis der Gegenſtand irgend eine Menge von Eintheilungen ganz genau deckt, weil dieſes (da man dann Bruchtheile vermeidet) mehr Zuverläſſigkeit und eine leichtere Rechnung giebt.

Die geringſte Größe, welche die Eintheilung dieſes Inſtrumentes noch zu meſſen erlaubt, iſt kleiner als das Auge zu ſchätzen vermag beym Heraus- oder Hineinſchieben der Röhre. Wenn z. B. die wirkliche Größe des Gegenſtandes $\frac{1}{9900}$ Zoll beträgt, ſo kann ſie $\frac{1}{10000}$ oder

$\frac{1}{9800}$ Zoll zu ſeyn ſcheinen, in welchem Falle die Ungewißheit auf $\frac{1}{50}$ der ganzen Größe ſteigt. Die Verſchiedenheit, bemerkt Wollaſton, iſt jedoch hier ausnehmend klein in Vergleichung mit dem kleinſten Theile der Eintheilung anderer Inſtrumente, welche dem Namen nach bis auf denſelben Theil meſſen. Es könne wohl ein Mikrometer mit einem eingetheilten ebenen Glaſe in dem Brennpunkte des Objektivs ebenfalls bis auf $\frac{1}{10000}$ Zoll herabmeſſen, allein die beyden nächſten Theilſtriche ſtünden um wenigſtens $\frac{1}{3000}$ Zoll weit von einander ab, und obgleich das Auge erkennen könne, daß die Wahrheit zwiſchen beyden liege, ſo erhalte es doch keine Beſtimmung, die bis auf einen halben Theil der Eintheilung ginge. Dagegen behauptet aber Herr Prony *), daß ſich allerdings auf ein ebenes Glas Linien ziehen laſſen, welche ſelbſt noch die feinſten der Wollaſton'ſchen Drähte an Feinheit überträfen. Es war der Künſtler Herr Richer im Stande, ſehr ſcharfe und feine Eintheilungen auf Glas zu machen, welche bis auf $\frac{1}{100}$ eines Millimeters und ſelbſt noch weiter herabgingen. Herr Prony ſetzte ſich mit Hülfe eines ſolchen eingetheilten Glaſes ein Inſtrument zuſammen, mit welchem die feinſten Gegenſtände in Anſehung ihrer Größe ſich aufs genaueſte unter einander vergleichen ließen, und gab ihm daher den Namen Vergleicher (Comparateur). Um ein ſolches Inſtrument zu beſitzen, hat man folgende drey Stücke dazu nöthig:

1. Ein Planglas, auf welches beliebig viel Millimeter aufgetragen ſind, und einer derſelben in 100 gleiche Theile eingetheilt iſt, mit längern Strichen für 10, 20, 30 u. ſ. und mit minder verlängerten Strichen für 5, 15, 25 u. ſ. dieſer Theile, damit man die Zehntel und die halben Zehntel des Millimeters auf den erſten Blick erkennen könne. Dieſes Glas kommt zwiſchen dem Er-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LII. S. 329 ff.

leuchtungsſpiegel und der Objektivlinſe eines Mikroſkops zu ſtehen.

2. Muß in den Brennpunkt des Mikroſkops eine gerade Linie von der allerhöchſten Feinheit gebracht werden, welche beſtimmt iſt, ſich auf dem Planglaſe in dem Zwiſchenraume zwiſchen zwey nächſten Theilſtrichen ſo darzuſtellen, daß dieſer Raum von $\frac{1}{100}$tel Millimeter ſich mittelſt ihrer, durch Schätzung noch bis auf $\frac{1}{1000}$tel Millimeter herabtheilen laſſe. Hiezu fand Prony auch den allerfeinſten Platindraht, den er nur bekommen konnte nicht hinreichend. Er brachte daher in den Brennpunkt des Mikroſkops ein ebenes Glas, auf welches Richer zwey gerade, unter einem rechten Winkel ſich kreuzende Linien, mit einer ſolchen Feinheit und Schärfe gezogen hatte, daß, wenn ſich eine derſelben zwiſchen zwey nächſten Theilſtrichen der Glasſchale projicirte, das Verhältniß, worin die Abſtände derſelben von den nächſten Theilſtrichen zu der einen und denen zu der andern Seite ſtand, mit Leichtigkeit geſchätzt werden konnte.

3. Ein meſſingenes Lineal, an deſſen einen Ende das Glas, worauf die $\frac{1}{100}$tel eines Millimeters aufgetragen ſind, ſo befeſtigt iſt, daß die Längen der Theilſtriche ſenkrecht auf die Länge des Lineals ſtehen, und an deſſen andern Ende ſich ein ſtählerner Anſatz oder Kopf befindet, mit welchem die Enden der mit einander zu vergleichenden linearen Maaße in Berührung gebracht werden. Ueberdem muß noch ein anderer feſter Kopf an dem Brette oder an dem Tiſche, welcher die Maaße und alle Apparate trägt, angeſchraubt und recht feſt gehalten ſeyn.

Will man zwey lineare Maaße mit einander vergleichen, ſo legt man ſie ſo, daß ihre Axen die Axen der Lineale, und die Mittelpunkte der Theilſtriche auf dem Glaſe ſich genau in geraden Linien befinden, und das eine Maas an ſeinem einen Ende mit dem feſten an dem andern mit dem beweglichen Kopfe in Berührung iſt. Das Mikroſkop, welches von demſelben Brette

oder Tiſche gehalten wird, worauf die Theile des Apparates und die linearen Maaße liegen, muß auf eine der Theilungen des Glaſes ſo gerichtet ſeyn, daß man (vorläufigen Verſuchen, oder den ſchon nahe bekannten Verhältniſſen beyder Maaße zu Folge) ſich darauf verlaſſen kann, daß das zweyte Maas, wenn man damit dieſelbe Anordnung trifft, vor der Eintheilung auf dem Glaſe ein $\frac{1}{100}$ oder ein $\frac{1}{200}$ Millimeter unter einen Theilſtrich bringt, welches alsdenn beſtimmt werden muß, indem man es in den Brennpunkt des Mikroſkops verſetzt; das Mikroſkop aber muß, nachdem die Collimation in Beziehung auf den Anfang der Theilungen erhalten worden iſt, während der ganzen Vergleichung der beyden linearen Maaße unverrückt bleiben.

Dabey muß der Apparat ſo eingerichtet ſeyn, daß ſich das Glas mit der Eintheilung zwiſchen dem Spiegel und der Objektivlinſe des Mikroſkops ſtellen läßt. Und wünſcht man, daß ſich die Linie im Brennpunkte des Mikroſkops genau über die Anfangslinie der Theilung bringen laſſe, ſo muß der Träger des Mikroſkops an die Spitze einer feſtſtehenden horizontalen Schraube und Nuß grenzen, und ſich mittelſt derſelben längs eines Lineals, welches mit den zu vergleichenden linearen Maaßen parallel iſt, hin und her verſchieben laſſen. Der Parallelismus zwiſchen der Linie im Brennpunkte und den Theilſtrichen läßt ſich leicht erreichen, durch Drehung des Mikroſkops mit bloßer Hand in dem horizontalen Ringe, von welchem es umgeben iſt.

Nachdem die Collimation der Linie im Brennpunkte mit einem der Theilſtriche auf dem Glaſe recht ſorgfältig bewirkt und berichtigt worden iſt, nimmt man das erſte Linearmaaß weg und bringt das zweyte an die Stelle deſſelben, indem man das eine Ende deſſelben gegen den beweglichen Kopf ſtemmt, und dieſen verſchiebt, bis man das andere Ende mit dem feſten Kopfe in Berührung gebracht hat. Sind beyde Maaße nicht gleich, ſo verändert ſich hiebey der Punkt der Collima-

tion, und die Größe, um welche das zweyte Maas ſeinen erſten Theilſtrich von derjenigen Eintheilung entfernt, mit welcher die Collimation für das erſte Maas hervorgebracht worden war, giebt den Längenunterſchied bey der Maaße. Ihn mißt die Zahl von Millimeter und von $\frac{1}{100}$ eines Millimeter, welche zwiſchen den beyden nach einander beſtimmten Collimations-Punkten liegt.

Mikroſkop (Zuſ. z. S. 602. Th. III.). Durch die größere Vervollkomnung der dioptriſchen Mikroſkope waren die catoptriſchen verdrängt und beynahe gänzlich vergeſſen worden. Der Herr Prof. Bapt. Amici zu Modena *) brachte ein katadioptriſches Mikroſkop zu Stande, durch welches er eine ſo große Vergrößerung des Objektes bewerkſtelligen konnte, als kein dioptriſches Inſtrument zu erreichen vermag. Es hat daſſelbe folgende Einrichtung:

Ein horizontales, 12 engliſche Zoll langes und 1,1 Zoll im Lichten weites meſſingenes Rohr mit zwey Metallſpiegeln ſind die Hauptheile dieſes Mikroſkops. Ein elliptiſcher Hohlſpiegel von demſelben Durchmeſſer als das Rohr, und ein kleiner ebener Spiegel von ovaler Geſtalt, wie ſie ein Cylinder von 0,5 Zoll Durchmeſſer giebt, den man unter einem Winkel von 45° mit der Axe durchſchneidet. Der elliptiſche Hohlſpiegel befindet ſich an dem einen Ende des Rohres, und ſteht ſo, daß ſeine Axe in die des Rohres fällt; der eine Brennpunkt der Ellipſe, nach der er geſchliffen iſt, ſteht 2,6, der andere 12 Zoll von dem Scheitel des Spiegels, oder dem Punkte in ſeiner Mitte, ab, welchem zu Folge die große Axe dieſer Ellipſe 14,6 Zoll und ihre Eccentricität 0,644 Zoll iſt. Der kleine Planſpiegel iſt an einem Fuße im Innern des Rohres ſo befeſtigt, daß ſein Mittelpunkt ſich in der Axe des Rohrs und des Hohlſpiegels, 1,5 Zoll von dem Mittelpunkte dieſes entfernt, befindet, mit ſeiner unter 45° gegen dieſe Axen geneigten polirten Oberfläche nach unten

---

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXVI. S. 253. ff.

gekehrt, und einer kleinen Oeffnung in der Wand des Rohrs zugewendet, unter der am Stative, $\frac{1}{2}$ Zoll vom Rohre abſtehend, der bewegliche Objectenträger angebracht iſt. Zur Beleuchtung des Objekts dienen zwey metallene Hohlſpiegel; ein durchbrochener unter der offenen Stelle des Tubus, der ſich herauf und herab bewegen läßt, und zur Beleuchtung dunkeler Gegenſtände von oben her dient; und der gewöhnlich große, an dem Stativ angebrachte Beleuchtungsſpiegel von 3 Zoll Durchmeſſer und höchſtens $2\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite. Beyde vereinigt geben die vollkommenſte Beleuchtung des Gegenſtandes von allen Seiten. Der Planſpiegel wirft die Strahlen, welche auf denſelben fallen, auf den elliptiſchen Hohlſpiegel zurück, der ſich an dem einen Ende des Rohrs befindet, und dieſer macht an dem entgegengeſetzten Ende des Rohrs ein Bild, welches man durch die vergrößernden Okulareinſätze, die hier eingeſchraubt werden, betrachtet.

Nach Herrn Amici ſind dieſe angeführten Dimenſionen die bequemſten, weil ſich bey ihnen ein großer Grad von Wirkung erreichen und die ſtärkſten Vergrößerungen anwenden laſſen, ohne daß man das Objekt dem Rohre näher als $\frac{1}{12}$ Zoll zu bringen braucht; eine Entfernung, bey der die vollſte Beleuchtung, ſelbſt bloße Erleuchtung von oben, angebracht werden kann, und ſich Gegenſtände von nicht bedeutender Größe, ohne daß man ſie zu zerſtückeln braucht, kleine Thiere ſelbſt lebend betrachten laſſen. Ueberhaupt ſind nach Amici die Vorzüge, welche ſein katadioptriſches Mikroſkop darbietet, folgende:

1. Die horizontale Lage des Rohres erlaubt ſitzend und ohne den Kopf zu beugen, und daher bequemer, ruhiger und anhaltender zu beobachten, als mit dioptriſchen Mikroſkopen von gewöhnlichem Baue, in die man von oben herab ſieht.

2. Die Vergrößerungen laſſen ſich ſchnell verändern, indem man dazu blos anderer Okulare bey unverändertem Abſtande des Objektes bedarf. Dioptriſche Mikro-

ſkope erfordern dagegen für jede andere mikroſkopiſche Linſe einen andern Abſtand des Objektes von ihr, und zeigen daher das Objekt faſt nie in derſelben Lage und aus demſelben Geſichtspunkt wie zuvor.

3. Da das Objekt in dem katadioptriſchen Mikroſkope bey allen Vergrößerungen unverändert an derſelben Stelle, und zwar ½ Zoll von dem Körper des Inſtruments entfernt bleibt, ſo laſſen ſich damit Gegenſtände, welche in Flüſſigkeiten liegen, und Thiere, die in ihnen ſchwimmen, ſehr gut, und bey jeder Vergrößerung beynahe in gleicher Tiefe betrachten; indeß in den gewöhnlichen Mikroſkopen, wegen Kürze der Brennweite bey den ſtärkſten Vergrößerungen, die Linſe mit der Oberfläche der Flüſſigkeit faſt in Berührung gebracht werden muß.

4. Zur Beleuchtung läßt ſich auch eine Lampe oder Kerzenlicht gebrauchen, da die Flamme ohne Beläſtigung des Beobachters ſehr nahe an den Beleuchtungsſpiegel gebracht werden kann.

5. Da bey Metallſpiegeln keine Farbenzerſtreuung ſtatt findet, ſo ſtellen dieſe die Gegenſtände ſchärfer dar, als dioptriſche Vorrichtungen, und in ihren wahren Farben. Auch geben ſie ein weit deutlicheres und helleres Bild, da der elliptiſche Spiegel nur eine, mikroſkopiſche Linſen mehrere krumme Flächen haben, und jener eine verhältnißmäßig größere Oeffnung geſtattet. Daher verträgt er auch ſtärkere Vergrößerungen.

Uebrigens gebrauchte Amici dieſes Mikroſkop vorzüglich zur genauern Beobachtung des Kreislaufs der Pflanzenſäfte in allen Theilen.

(Zuſatz z. S. 603. Th. III.). Obgleich in den neuern Zeiten die dioptriſchen einfachen und zuſammengeſetzten Mikroſkope einen faſt unglaublichen Grad der Vollkommenheit erhalten haben, wovon beſonders die optiſchen Werkzeuge, die von den Herren Utzſchneider und Fraunhofer verfertigt werden, zu empfehlen ſind, ſo bemerkt

doch Herr Brewſter *), daß man bisher vernachläſſigt habe, das Mikroſkop ſo einzurichten, daß es für die beſondere Art von Präpariren ſich recht ſchicke, welche weſentlich nothwendig ſey, um ſehr kleine Objekte hinreichend lange zu erhalten und in einem unveränderten Zuſtande zu betrachten. Aus allen mikroſkopiſchen Unterſuchungen erhelle nämlich hinreichend, daß das Schwierigſte bey dieſen Beobachtungen das Erhalten und Präpariren der kleinen Thierchen und anderer Objekte ſey, die man unterſuchen wolle. Die Thierchen ſchrumpfen gleich nach dem Tode zuſammen und verlieren ihre natürliche Geſtalt; ſo auch die kleinen Theile der Pflanzen, wenn man ſie an der Luft ſtehen läßt. Nach Hr. Brewſter ſoll man daher einen ſolchen kleinen Gegenſtand der Luft gar nicht ausſetzen, ſondern ihn in eine Flüſſigkeit bringen, in welcher er eine Zeitlang unverändert erhalten werden kann, um in ſelbiger denſelben durch ein beſonders Mikroſkop betrachten zu können. Zur Erreichung dieſes Zwecks hat er dem Mikroſkop folgende Einrichtung gegeben:

Es erhalte das zuſammengeſetzte Mikroſkop eine Objektivlinſe, deren vordere in die Flüſſigkeit zu tauchende Fläche einen Halbmeſſer beſitze, welcher ungefähr 9 mal ſo groß als die Brennweite der Linſe ſey, und deren Halbmeſſer der hintern Fläche nur $\frac{5}{9}$ dieſer Brennweite betrage. Dieſe Linſe kitte man in ihre Röhre mit einem Kitte ein, welcher der Einwirkung des Waſſers und des Weingeiſtes widerſteht, und treffe die Einrichtung ſo, daß dieſes Rohr ſich in alle Richtungen bewegen laſſe, damit man es dahin bringen könne, daß die Axe der Objektivlinſe mit den Axen der übrigen Linſen des Mikroſkops genau zuſammen falle. Ferner muß man mehrere recht helle und durchſichtige Glasnäpfchen, von 1 bis 3 Zoll Tiefe zur Hand haben, welche einen völlig ebenen Boden beſitzen, damit der Spiegel durch daſſelbe

*) Gilbert's Annalen der Phyſik, B. L. S. 162 ff.

hindurch den Gegenſtand hinlänglich erleuchten könne. In eines derſelben gieße man die Flüſſigkeit, in welcher man den zu unterſuchenden Gegenſtand aufgehoben oder präparirt hat, und thue den Gegenſtand ſelbſt hinein, auf einem geſchliffenen Glaſe liegend oder befeſtigt. Man ſetze dann das Gefäß auf den gewöhnlichen Objektenträger des Mikroſkops, und bringe die Objektivlinſe mit der Flüſſigkeit in Berührung, ſo daß die von dem Gegenſtand ausgehenden Lichtſtrahlen aus derſelben unmittelbar in die Linſe eintreten. Die Strahlen werden dann zwar von der Linſe weniger gebrochen, als wenn ſie aus der Luft in die Linſe treten; doch vermehrt dieſes ihre Brennweite nur wenig, weil die Vorderfläche der Linſe äußerſt flach iſt; und der Gegenſtand iſt daher leicht in den gehörigen Abſtand von der Linſe zu bringen. Auf ſolche Art laſſen ſich alle Gegenſtände mit ihren feinſten Theilen eben ſo betrachten, als wenn ſie noch im Leben wären, und nicht die geringſte Veränderung durch Einwirkung der Luft, Wärme u. ſ. f. erlitten hätten.

Auch läßt ſich die einfache Objektivlinſe eines ſolchen Mikroſkops ſehr leicht, ohne daß man ihr eine andere Linſe hinzuzufügen braucht, achromatiſch machen. Das Bild des Gegenſtandes kömmt an der Stelle zu Stande, wo es ſtehn würde, wenn ſich der Gegenſtand in der Luft befände, und man ihn durch eine Linſe betrachtete, welche aus einer planconcaven, aus der Flüſſigkeit beſtehenden Linſe und der Objektivlinſe zuſammengeſetzt wäre. Nimmt man alſo eine Flüſſigkeit, deren farbenzerſtreuende Kraft größer iſt, als die des Kronglaſes, und giebt der Vorderfläche einen dem Unterſchiede der beyden zerſtreuenden Kräfte entſprechenden Halbmeſſer, ſo erſcheint das Bild frey von allen Hauptfarben des Farbenbildes. Die Flüſſigkeiten, welche ſich nach Brewſter hiezu am beſten eignen, ſind: Caſſiaöhl, Aniesöhl, italien. Kümmelöhl, Gewürznelkenöhl, Saſſafrasöhl, Fenchelöhl, Frauenmünzenöhl, Pimentöhl. Dieſe Oehle ſtehen hier in der Folge ihres Zerſtreuungsvermögens, und

wenn die vorderſten gebraucht werden, ſo muß der Halbmeſſer der Vorderfläche der Objektivlinſe größer ſeyn, als wenn man die hinterſten nimmt. Indeſſen ſind bey Anwendung dieſer Flüſſigkeiten zu achromatiſchen Objektiven die Erfahrungen des Herrn **Fraunhofer**, daß nämlich die Wärmeveränderung einen zu beträchtlichen und ſehr ungleichförmigen Einfluß auf die Flüſſigkeiten äußert, wohl zu berückſichtigen (M. ſ. **Fernröhre, achromatiſche**. Th. IX. S. 45.)

Milchzuckerſäure. (Zuſ. zu S. 608. Th. III.) **Fourcroy** gewann dieſelbe Säure aus den Gummiarten durch Behandlung mit Salpeterſäure, und nannte ſie daher **ſchleimigte Säure, Schleimſäure** (acidum mucosum, acide muqueux), gegen welche Benennung ſich doch **Berthollet** vorzüglich dieſerwegen erklärte, weil der Milchzucker offenbar eine zuckerartige Subſtanz ſey, und nicht alle Gummiarten dieſelbe Menge dieſer Säure liefern. Nach den Verſuchen des Herrn **Tromsdorff** [α]) hat die bey der trockenen Deſtillation der Schleimſäure ſich ſublimirende kryſtalliniſche Subſtanz alle Eigenſchaften der Bernſteinſäure. Allein **Houtou-Labillardiere** entdeckte, daß dieſe ſublimirte Säure eine eigene Säure ausmache, und gab ihr den Namen einer **brenzlichten Schleimſäure** (acide pyromucique). Nach ſeiner Analyſe beſteht ſie aus folgenden Beſtandtheilen:

Kohlenſtoff	—	—	52,118
Sauerſtoff	—	—	45,806
Waſſerſtoff	—	—	2,111

und ihre Sättigungscapacität beträgt 7,635 oder $\frac{1}{6}$ ihres Sauerſtoffgehalts.

Nach **Gay-Luſſac** und **Thenard** [β]) ſind die Beſtandtheile dieſer Säure:

Kohlenſtoff	—	—	33,69
Sauerſtoff	—	—	62,69
Waſſerſtoff	—	—	3,62
			100,00

α) Journal der Pharmacie. B. XVII. St. 1. S. 59. ff.
β) Recherches phisico-chimiques. Tom. II. p. 298.

In Verbindung mit der Lehre der chemiſchen Verhältniſſe beſtimmte Berzelius *) das Verhältniß der Beſtandtheile dieſer Säure alſo:

Kohlenſtoff	—	—	34,39
Sauerſtoff	—	—	60,88
Waſſerſtoff	—	—	4,73
			100,00

Es kommt daher dieſe Säure in ihrer Zuſammenſetzung nach Berzelius der Weinſteinſäure nahe, unterſcheidet ſich doch aber von dieſer durch Sättigungscapacität, welche 7,6 oder $\frac{1}{8}$ ihres Sauerſtoffgehaltes ausmacht.

Der Milchzucker wird in der Schweiz als ein Handelsartikel im Großen bereitet, und man hat davon zweyerley Arten: Milchzucker in Tafeln und Milchzucker in Kryſtallen. Der erſtere wird bereitet, wenn man abgerahmte Milch durch Laab zum Gerinnen bringt, ſie durch ein linnenes Tuch ſeihet, und hierauf beym langſamen Feuer die Molken bis zur Honigdicke verdunſtet. Man zerſchneidet ſodann die eingedickte Maſſe in Tafeln, und trocknet dieſe in der Sonne.

Aus dem Milchzucker in Tafeln wird der kryſtalliſirte Milchzucker auf folgende Art bereitet: Man löſt denſelben in Waſſer auf, klärt die Auflöſung durch Eyweis, verdunſtet ſie nach dem Filtriren bis zur Honigdicke, und läßt ſie dann in der Ruhe kryſtalliſiren. Sollten dieſe Kryſtallen noch nicht die gehörige Weiße haben, ſo werden ſie von neuem im Waſſer aufgelöſt, und man verfährt alsdann mit dieſer Auflöſung eben ſo, wie vorhin, u. ſ. f.

Obgleich der Milchzucker nach den chemiſchen Unterſuchungen mehrerer Chemiker manches Aehnliche mit dem gewöhnlichen Zucker hat, ſo iſt er doch von dieſem in vielen Stücken weſentlich verſchieden; unter andern beſonders dadurch, daß der Milchzucker ganz unfähig iſt, in die weinige Gährung zu kommen.

*) Lehrbuch der Chemie. B. I. Dresden 1823. 8. S. 594.

Die **Milchſäure**, welche Scheele zuerſt als eine eigenthümliche Säure aufſtellte, wurde von **Fourcroy**, **Vauquelin**, **Thenard** und **Bouillon-Lagrange** für eine wahre Eſſigſäure gehalten, welcher etwas thieriſche Subſtanz beygemiſcht iſt. **Berzelius** aber hat gezeigt, daß ſie eine eigenthümlichere Säure ſey. Sie beſitzt folgende Eigenſchaften: Wenn ſie ſo ſtark als möglich concentrirt worden iſt, ſo kryſtalliſirt ſie ſich nicht, ſondern erſcheint von der Conſiſtenz eines Syrups; ihr Geſchmack iſt nicht beſonders ſtark; die Lakmustinktur röthet ſie aber merklich; ſetzt man ſie in einer Retorte der Einwirkung des Feuers aus, ſo ſchmelzt ſie, blähet ſich auf, und giebt dieſelben Produkte, wie die Pflanzenſäuren; Waſſer und Weingeiſt löſen ſie ſehr leicht auf; mit Kali, Natron, Ammonium, Baryt, Kalk, Talkerde, Alaunerde und Bleyoxyd bildet ſie zerfließende Salze; bringt man dieſe Säure mit Zink oder Eiſen in Berührung, ſo werden dieſe Metalle davon angegriffen und aufgelöſt, zugleich entweicht Waſſerſtoffgas; auf Wismuth, Antimon, Kobalt, Zinn, Queckſilber, Silber und Gold äußert ſie keine Wirkung. Nach **Berzelius** iſt dieſe Säure nicht allein in der Milch enthalten, ſondern kommt auch frey oder an eine Grundlage gebunden in allen thieriſchen Flüſſigkeiten vor.

M. ſ. **Schweigger's** Journal für Chemie und Phyſik. B. X. S. 145. ff. S. 321. f. **Klaproth's chemiſches Wörterbuch**: Supplementbd. B. III. S. 737. ff.

Mineralien (Zuſ. z. S. 610. Th. III.). Die Unterſuchungen der Mineralien haben in den neuern Zeiten durch die großen Fortſchritte in der Chemie eine außerordentlich reiche Ausbeute gegeben. Bisher war nämlich dasjenige Syſtem, in welchem die Mineralien nach den äußern Formen und Geſtalten geordnet wurden, und welches **Werner** auf einen ſehr hohen Grad der Vollkommenheit gebracht hatte, das allgemein beliebteſte, und ſelbſt ſein würdiger Schüler und Nachfolger, der Herr Prof. **Mohs** in Freyberg, huldigte der Meinung,

daß in der Mineralogie nichts geognoſtiſches, nichts chemiſches und nichts geographiſches paſſe. **Mohs** [α]) nahm in ſeinem neuen Syſteme, das ſich ebenfalls auf äußere Kennzeichen gründet vorzugsweiſe drey zur Grundlage ſeiner Claſſification an: Cryſtallform, Härte und ſpecifiſches Gewicht. Beſonders ſchätzt man an dieſem Syſteme die Eintheilung der Cryſtallformen in vier beſondere Hauptklaſſen, nämlich: 1. die **Teſſular- oder regulairen Formen**, 2. die **prismatiſchen**, 3. die **rhomboidalen** und 4. die **pyramidalen Formen**. Eine jede von dieſen wird ein Syſtem von Formen genannt, und ein jedes ſolches Syſtem hat einen ihm eigenthümlichen Einfluß auf die Polariſation des Lichtes, wobey jedoch die dritte und vierte Claſſe dieſelbe Art von Wirkungen hervorbringen, indem dieſe Kryſtalle blos eine Axe von doppelter Brechung haben, während das prismatiſche Syſtem deren zwey, und das regulaire drey hat, welche gegeneinander rechtwinklicht ſind, und einander aufheben, ſo daß keine doppelte Brechung entſteht. Das Princip, welches **Mohs** bey ſeiner Eintheilung der Mineralien zum Grunde legte; iſt jedoch ſchon von dem würdigen Herrn Profeſſor **Weiß** in Berlin in mehreren Abhandlungen in den Schriften der Akademie der Wiſſenſchaften zu Berlin ausgeſprochen worden. Ob es nun gleich gewiß iſt, daß die wiſſenſchaftliche Anordnung der Mineralien nach den äußern Kennzeichen vorzüglich dem Bergmann äußerſt wichtig, und vor allen andern zu empfehlen iſt, ſo iſt es doch auch nicht zu leugnen, daß die Mineralogie, als ein Theil der allgemeinen Chemie, durch chemiſche Anordnung der Mineralien, als ächte naturgemäße Wiſſenſchaft zu entwerfen iſt, wie Herr **Berzelius** [β]) in einer

---

α) Grundriß der Mineralogie. 2 Theile. Dresden 1824. 8.

β) Verſuch durch Anwendung der elektriſch-chemiſchen Theorie und der chemiſchen Proportionslehre ein rein wiſſenſchaftliches Syſtem der Mineralogie zu begründen, in Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik B. XI. S. 193. B XII. S. 17. ff.

eigenen Abhandlung auf eine ſehr genügende Art dargethan hat. In den neuern Zeiten hatte auch Haüy ſein mineralogiſches Syſtem auf chemiſche Grundlage gebauet. Es wurde daſſelbe aber aufgeſtellt, noch ehe die Entwickelung der Chemie es ſo ausführlich und conſequent, als es jetzt möglich iſt, auszuführen zuließ. In den neuern Zeiten ſind die Beſtandtheile der Mineralien von mehreren Chemikern, beſonders aber von Klaproth mit möglichſter Genauigkeit ihrer relativen Quantitäten beſtimmt; es konnte aber noch kein Geſetz für ihre gegenſeitige Verbindung wahrgenommen werden; alles war nur noch ungeformtes rohes Material zu einem künftig zu errichtenden Gebäude. Indeſſen wurden die Lehren in der Chemie durch die ſchnellſten Fortſchritte zu einer faſt unglaublichen Höhe der Vollkommenheit erhoben; die Zuſammenſetzung der ſonſt für einfach gehaltenen Erden und Alkalien wurden entdeckt, die chemiſchen Proportionen wurden aus einer ſehr großen Menge genau angeſtellter Verſuche entwickelt und die Lehre der Elektricität wurde mit der Chemie mehr und mehr verſchwiſtert, indem es ſich ergab, daß alle Zuſammenſetzungen auf entgegengeſetzten elektriſchen Eigenſchaften bey den Körpern beruhen, daß ſie poſitiv und negativ elektriſche Beſtandtheile enthalten, und daß folglich in den oxydirten Verbindungen ihre Säuren und Baſen anzutreffen ſind. Bey dieſer ſchönen Vorbereitung in dem großen Felde der Chemie war es nur nöthig, die Mineralogie mit derſelben in eine nähere Vergleichung zu bringen, um hier dieſelben Geſetze der gegenſeitigen Verhältniſſe der Elemente wieder zu erkennen, und in der ungeheuren Menge erdartiger Mineralien zu finden, daß Säuren und Erden hier dieſelben Verbindungsgeſetze befolgen, wie bey den Verſuchen in chemiſchen Werkſtätten. Daraus bildete ſich für die Mineralogie ein chemiſches Syſtem, welches auf derſelben Grundlage, wie die Chemie, ruht, eine Grundlage, welche nicht willkührlich verändert werden kann. Statt daß ſie ſonſt

nur ein Verzeichniß von nicht genau gekannten unorganiſchen Naturprodukten war, wird ſie nun zu einer wirklichen Wiſſenſchaft erhoben. Haüy hatte in der neuen Ausgabe ſeiner Mineralogie bedeutende Modiſicationen in ſeinem urſprünglich aufgeſtellten Syſteme gemacht; allein neuere Fortſchritte in der Chemie ſtellten Reſultate auf, welche ſehr oft ſeinen feſtgeſetzten Grundſätzen entgegen waren. Haüy's berühmter Nachfolger in der Mineralogie, Herr Brongniart hat daher das chemiſche Syſtem als Grundlage für ſeine Vorleſungen und für die neue Auflage ſeines Handbuchs der Mineralogie angenommen. Seine Eintheilung iſt kürzlich folgende:

I. Mineralien, welche nach dem Princip für die unorganiſche Natur, d. h. aus binairen Verbindungen zuſammengeſetzt ſind. Hierunter werden drey Hauptclaſſen gerechnet

1. Metalloide, nämlich: Sauerſtoff, Chlor, Stickſtoff, Waſſerſtoff, Schwefel, Selen, Phosphor, Arſenik, Tellur, Kohle, Boron und Silicium.

2. Alkali- und Erden bildende Metalle, nämlich: Zircon, Aluminium, Yttrium, Glycium, Magneſium, Calcium, Strontium, Barium, Lithium, Sodium, Potaſſium.

3. Eigentliche Metalle

a. Elektro-poſitive: Cerium, Mangan, Eiſen, Kobalt, Nickel, Kupfer, Uran, Zink, Zinn, Wißmuth, Bley, Silber, Palladium, Queckſilber, Gold und Platin.

b. Elektro-negative: Titan, Columbium oder Tantalum, Antimon, Wolfram, Molybdän und Chrom.

II. Mineralien, welche nach dem Princip für die organiſche Natur d. h. aus ternären Verbindungen zuſammengeſetzt ſind.

Honigſtein, Bernſtein, Retinasphalt, Bitumen, Steinkohle und Braunkohle.

Es hat alſo Herr Brongniart bey der Bildung der chemiſchen Familien die Ordnung nach einem ſtreng elektro-chemiſchen Princip nicht befolget, indem er z. B. ſein Syſtem mit elektro-negativen Körpern anfing und ſchloß. Dagegen richtet er ſich mit wenigen Ausnahmen nach dieſer Ordnung bey der Aufſtellung der Species unter jeder Familie. Auf eine geſchickte Art verband er die Familie Silicium mit der ungeheuren Menge erdartiger Foſſilien, unter welche er am gehörigen Orte die Salze einſtreuete, und hierin wich er hauptſächlich von Haüy's Syſtem ab.

In Deutſchland war der Herr Geheimerath und Profeſſor, Ritter v. Leonhard *) der erſte, der ſein mineralogiſches Handbuch nach dem chemiſchen Syſteme entwarf. Für die chemiſchen Familien, welche von ihm Gruppen genannt werden, iſt er dem elektro-chemiſchen Princip vollſtändig gefolget, wich aber davon bey der Aufſtellung der einzelnen Species unter jede Gruppe wieder ab.

Da die Chemie immer größere und größere Fortſchritte macht, und die Mineralien mit möglichſter Genauigkeit der chemiſchen Analyſe unterworfen werden; ſo wird ohne Zweifel die Zeit kommen, wo auch diejenigen Mängel, welche der chemiſchen Anordnung der Mineralien noch ankleben ſollten, werden verbeſſert, und die Mineralogie zu einer wahren Wiſſenſchaft wird erhoben werden.

Mohnſäure, Mekonſäure, Opiumſäure (acidum meconicum) (N. A.) Dieſe Säure iſt ein Beſtandtheil des Opiums. Der Entdecker derſelben iſt Herr Sertüner, der ſie im Jahre 1816 bekannt machte, und auf folgende Art gewann β): Nachdem Sertüner den einen Beſtandtheil des Opiums, das **Morphium**,

---

*) Handbuch der Oryctognoſie. Heidelberg 1821. 8. Naturgeſchichte des Mineralreichs, ein Lehrbuch für öffentliche Vorträge. Heidelberg 1825. 8.

β) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LV. S. 56. ff. B. LVII. S. 183. ff.

aus einer Opiumauflöſung mittelſt Ammonium geſchieden hatte, ſetzte er der rückſtändigen Flüſſigkeit eine Auflöſung von ſalzſaurem Baryt zu. Auf dieſe Art entſtand ein Niederſchlag, welcher als eine vierfache Verbindung, aus Baryt, Morphium, Menkonſäure und Extractivſtoff gehalten wurde. Der Extractivſtoff wurde durch Alkohol, und der Baryt mittelſt Schwefelſäure weggebracht, worauf die Mekonſäure nur noch mit einem Theile Morphium verbunden blieb. Durch mehrmalige Auflöſungen und Abdampfungen wurde dieſe Säure auch von letzterm befreyt. Durch Sublimation erhielt er lange farbenloſe nadelförmige Kryſtalle. In dieſem Zuſtande beſaß ſie alle Eigenſchaften einer ſtarken Säure, und zeichnete ſich durch eine große Neigung zum Eiſenoxyd aus, welches ſie im ſalzſauren oxydirten Eiſen mit ſchöner kirſchrother Farbe anzeigte. Nach den Erfahrungen des Herrn Sertüner iſt dieſe Säure eines der ſchrecklichſten Gifte für den thieriſchen Körper, und dieſer Beſtandtheil des Opiums mag wohl ohne Zweifel die Urſache ſeyn, warum das Opium als Arzeneymittel mit Behutſamkeit gebraucht werden muß.

Robiquet *) prüfte Sertüner's Methode, die Mekonſäure zu gewinnen, und ſuchte ſie aus dem Opium ſelbſt in größerer Menge, als ſie Sertüner gehabt hatte, auszuſcheiden. Er ſchied nämlich aus der Opiumauflöſung das Morphium mittelſt gewöhnlicher Magneſia aus, und behandelte die rückſtändige Magneſia zuerſt mit Alkohol, um das Morphium vollends noch auszuziehen, und dann mit ſehr verdünnter Schwefelſäure, welche die Magneſia faſt gänzlich auflöſete, und nun ſtark die Eiſenauflöſungen röthete. Hierauf ſetzte er ſalzſauren Baryt hinzu, wodurch der Niederſchlag roſenroth ward und aus mekonſaurem und aus ſchwefelſaurem Baryt beſtand; erſteren zerſetzte er durch ſchwache Schwefelſäure, und gewann auf dieſe Weiſe eine größere

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LVII. S. 169. ff.

Menge Mekonſäure. Im reinen Zuſtande hat dieſe Säure folgende Eigenſchaften: ſie iſt weiß, und ſtellt ſich in verſchiedenen Geſtalten dar, in langen Nadeln, in vierſeitigen Blättchen, mannichmal auch in Veräſtelungen, welche aus ſehr länglichten Octaëdern beſtehen. Sie ſchmelzt in einer Wärme von 120 bis 125° Cen. und ſublimirt ſich dann ſogleich, ohne ſich dabey im mindeſten zu zerſetzen. Sie iſt ſehr auflöslich ſo wohl im Waſſer als im Alkohol. Sie röthet die Lackmustinktur. Uebrigens läugnet Robiquet, daß ſie in einer Auflöſung von ſalzſaurem Eiſen letzteres Metall niederſchlage. Nach Herrn Vogel iſt aber ihre Kraft, Eiſenauflöſungen zu röthen, ſo ſtark, daß man ſie als ein noch weit empfindlicheres Entdeckungsmittel des Eiſens als ſelbſt das blauſaure Kali ſoll betrachten können.

Auch Herr Choulant [α]) beſchäftigte ſich mit Zerlegung des Opiums, und es gelang ihm, eine reine Mekonſäure auf folgende Art zu gewinnen: er rieb 6 Drachmen von mekonſaurem Baryt mit eben ſo vieler glasartiger Boraxſäure zuſammen, und ſchüttete das Gemenge in einen kleinen Kolben, den er oben mit feſt angefügter Blaſe bedeckte. Der Kolben kam in ein Sandbad, und das Feuer wurde allmählig verſtärkt. Die Mekonſäure ſublimirte ſich in Geſtalt ſchöner weißer Schuppen oder Blättchen. Auch bemerkt Choulant noch, daß dieſe Säure in Auflöſungen von ſalzſaurem Eiſen das letztere als unvollkommenes Oxyd alsdenn niederſchlage, wenn die Auflöſungen erwärmt werden. Ueberdem hat auch Choulant das Verhalten der Mekonſäure zu den Metallſalzen näher unterſucht.

Mond (Zuſ. zu S. 652. Th. III.). Herr Schubart [β]) hat über die phyſiſche Conſtitution des Mondes

---

[α]) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LVI. S. 350. ff.

[β]) traité d'astronomie théorique. 1822. gr. 4. 3 Tomes. Tom. II. Buch IV.

faſt einerley Meinung mit Herrn de la Place. Er bemerkt nämlich, die Beobachtung der Sonnenfinſterniſſe und Sternbedeckungen ſcheine zu beweiſen, daß der Mond von einer durchſichtigen Flüſſigkeit umgeben ſey, welche das Licht von der geraden Richtung ablenke; allein dieſe Atmoſphäre müſſe ſich ſehr von der Atmoſphäre unſerer Erde unterſcheiden. Die Wirkung der Sonnenſtrahlen löſe die meiſten Körper in Dünſte auf, welche letzteren alſo in die Mondsluft aufſteigen, ſich daſelbſt zu wolkenartigen Verdichtungen anſammlen und zuweilen einen Theil des Mondskörpers verdecken müßten. Man werde aber nie die geringſte Veränderung, weder im Glanze noch in der Atmoſphäre des Mondes wahrnehmen. Dieſer Himmelskörper beſitze alſo keine dichte Luft, welcher wir Hitze, Regen, kurz alle Quellen des thieriſchen und Pflanzenlebens verdankten; ja die Unveränderlichkeit ſeiner Flecke ſcheine ſogar anzudeuten, daß ſeine Oberfläche von einer undurchdringlichen Härte ſey. Mit einem Worte, der Mond ſtelle ſich als ein harter und kalter für Geſchöpfe unſerer Natur unbewohnbarer Körper dar: entweder habe er den dazu nöthigen Grad von Ausbildung, welchen vulkaniſche Proceſſe erſt einleiteten, noch nicht erreicht, oder aber, er befinde ſich, nachdem ſeine diesfallſige Beſtimmung ſchon erfüllt ſey, in einem vorübergehenden Zuſtande eiteler Unfähigkeit. Sey der Mond mit einer der Refraction fähigen Atmoſphäre umgeben, ſo müſſe der Anfang einer jeden Bedeckung um das Doppelte der Refraction im Horizonte verzögert, und das Ende um eben ſo viel beſchleunigt werden, weil der erſte und letzte Strahl des Lichtes, beym Durchgange durch dieſe Atmoſphäre, eine gegen den Mondkörper hin hohle, durch die Refraction zweymal gebogene Curve beſchreibe. Allein die genaueſten Beobachtungen hätten gezeigt, daß dieſer Einfluß unmerklich ſey, und daß die Horizontalrefraction im Monde, wenn ſie wirklich exiſtire, noch keine 2″ betrage, und alſo tauſendmal kleiner ſey als auf unſerer Erde. Die

Mondsluft müßte alſo tauſendmal dünner ſeyn, als unſere Atmoſphäre, welches das vollkommenſte Vacuum übertreffe, das wir mit unſern beſten Maſchinen hervorzubringen im Stande wären. Uebrigens iſt Schubart mit Schröter und Herſchel und andern der Meinung, daß der Mond beſonders vulkaniſcher Natur ſey. Gegen dieſe letztere Meinung haben aber in den neueſten Zeiten die Herren Piazzi [α]) und beſonders Gruithuiſen [β]) genauere Beobachtungen entgegengeſtellt. Letzterer bemerkt, daß zwar Schröter aus ſeinen mühſamen Beobachtungen des Cleomedes habe darthun wollen, daß durch die nach dem Neumonde ſo oft geſehenen falſchen Schatten und durch die ſcheinbaren Geſtaltänderungen der darin ſich findenden einfachen Hügel in Circellen, man berechtigt wäre, auf vulkaniſche Eruptionen zu ſchließen; allein das vierfüßige Herſchel'ſche Teleſkop Schröter's ſey nicht hinreichend geweſen, dieſe falſchen Schatten als wahre zu erkennen; ihm ſey es aber geglückt, durch ſeinen Fraunhofer'ſchen 30zölligen Tubus, ſie zu enträthſeln. Herr Gruithuiſen iſt der Meinung, daß es auf dem Monde, vielleicht ſo lange er unſere Erde begleitet, nie vulkaniſche Eruptionen gegeben habe, wenigſtens ſey auf derjenigen Oberfläche, die er uns darbiete, durchaus nicht die geringſte Spur von Vulkanität zu finden. Die Ringgebirge, welche von 12 bis 50 deutſche Meilen und darüber im Durchmeſſer beſäßen, für Kraueröffnungen zu erklären, ſey im höchſten Grade abſurd, indem der Mond aus ſelbigen ſeinen ganzen Inhalt hätte ausſpeyen müſſen, und gleichwo könne man neben ihnen nicht die geringſte Spur von etwas Ausgeſpiehenem z. B. Lava u. d. g. antreffen. Wo die Schwere zu gering ſey, als daß ſie in großen Tiefen die atmoſphäriſche Luft zur ſalpetrigen Säure verdichte, entſtünden auch, ſelbſt beym Zutritt von Waſſer, keine ſolche chemiſche Proceſſe, welche im Stande ſeyn, vul-

α) Aſtronomie deutſche Ueberſetzung. II. S. 198.
β) Kaſtner's Archiv für die geſammte Naturlehre. B. II. S. 257. f.

kaniſche Wirkungen hervorzubringen. Es ſey ihm wohl bekannt, daß man auch aus ſpitzigen Bergen im Monde habe Vulkane machen wollen; allein dieſes thäten nur diejenigen, welche ſie bey ſehr guter Atmoſphäre der Erde und mit ſehr ſtarken, präciſen Fernröhren nicht geſehen hätten; denn alle dieſe Berge beſäßen ſehr deutliche und zum Theil ſehr ſcharfe, gerade Kanten, was bey Vulkanen nie der Fall ſey, und durchaus entdecke man weder bey denſelben Lava, noch an ihnen eine Krateröffnung, noch die Zuckerhutgeſtalt.

Ueberhaupt haben in den neueſten Zeiten die Herren **Kunowsky** und Gruithuiſen mittelſt Fraunhofer'ſchen ſehr vollkommenen Fernröhren die Mondfläche mit der größten Genauigkeit durchmuſtert, an manchen Stellen weit mehrere Erhöhungen und Vertiefungen wahrgenommen, als alle vorhergehende Beobachter dieſes Begleiters unſerer Erde, und den Mond weit ähnlicher mit unſerer Erde gefunden, als man wohl glaubt. Indeſſen ſcheint Herr Gruithuiſen in ſeinen Behauptungen und Folgen, die er aus ſeinen Beobachtungen auf die phyſiſche Beſchaffenheit dieſes Weltkörpers gezogen hat, etwas zu weit gegangen zu ſeyn. Es iſt der optiſche Winkel, unter welchem ſo kleine Gegenſtände auf der Mondfläche in der Entfernung des Mondes von unſerer Erde auch dem beſten Auge in der möglichſten Vergrößerung des vollkommſten Fernrohrs erſcheinen, noch ſo äußerſt geringe, daß es ſelbſt bey den jetzigen ſo vollkommenen optiſchen Werkzeugen keinen Menſchen auf unſerer Erde vergönnt iſt, mit einer ſolchen Beſtimmtheit die betrachteten Gegenſtände zu bezeichnen, als ſie Herr Gruithuiſen ausgiebt, wofern nicht eine ſtarke Einbildungskraft dasjenige erſetzt, was an einer genauen und ſichern Beobachtung fehlt. Es will nämlich Herr Gruithuiſen in dem Mondfleck, welcher von dem berühmten verewigten Aſtronomen Schröter den Nawen erhalten hat, im weſtlichen Theile deſſelben, im 8ten Grade der öſtlichen ſelenographiſchen Länge und im 6ten

der nördlichen Breite, wallartige Geſtaltungen entdeckt haben, welche einen coloſſalen, unſern großen Städten ſehr ähnlichen, Bau im Monde darſtellen ſollen. Die Hauptreſultate ſeiner Beobachtungen ſind folgende: 1. dieſe ungewöhnliche Mondgeſtaltung fällt einem jeden geübten Auge, beym erſten Blicke ſogleich als — Kunſtwerk auf; 2. es hat von Oſt nach Weſt und von Nord nach Süd, ſoweit die Kunſt daran merklich iſt, einen Durchmeſſer von wenigſtens fünf geographiſchen Meilen; 3. es befindet ſich beynahe in der tiefſten, dunkelſten Landſchaft des Mondes, iſt ſelbſt faſt ſo dunkel als deſſen Umgebung im Oſten, und liegt in der Nähe des Aequators; daher es ſammt der ganzen Umgegend alle Erforderniſſe zu einer außergewöhnlichen Fruchtbarkeit hat; 4. das ganze Gebäude iſt genau nach den Weltgegenden angelegt; 5. doch geht die Richtung der Seitenzüge deſſelben nicht nach Oſt oder Weſt, ſondern genau nach Südoſt und nach Südweſt; 6. der von Süd nach Nord gehende, einen ungeheuren geraden Wall vorſtellende, Mittel- oder Stammzug, und noch mehr der von Südoſt nach Nordweſt ſich richtende, die weſtlichen Seitenzüge einſchließende Wall, iſt vollkommen geeignet, den dort von der ausgedehnten Gebirgshöhe aus Südweſt kommenden kalten Paſſatwind zu brechen; 7. die Hauptzüge dieſes Gebäudes ſind mathematiſch regulair, in Winkeln von 45° und 90° geſtellt; 8. gegen Oſt und Südoſt hin iſt dieſes architectoniſche Ganze allenthalben geöffnet, und die beyden, durch einen Kunſtwall unter ſich verbundenen großen Berghügel in Nord und Nordweſt ſcheinen mit jenem nicht zuſammen zu hangen; 9. das ſternſchanzenartige Gebilde auf der Nordoſtſeite weicht ganz von der hier ſich als normal zeigenden Bildung ab, iſt indeſſen doch mittelbar mit dem Ganzen in ununterbrochener Communication; im Süden dieſes Kunſtgebäudes, und gleich dabey am ſüdlichen letzten Wallzuge, ſo wie in Weſten, außen an den zwey großen Hügeln, befindet ſich jedesmal ein, mit einer tief eingeſenkten

Centralfläche verſehener Ringwall. Alle dieſe natürlichen Gegenſtände zeichnen ſich theils durch ein zufälliges Verändertſeyn, theils durch periodiſche Veränderungen aus, und deuten damit auf Wirkungen der Willkühr. Die erſtere Centralfläche beſitzt eine halbe Meile im Durchmeſſer, wird gegen den Vollmond faſt ſchwarzgrau, und ſcheint von den Seleniten als Erholungsplatz und Garten benutzt zu werden; der benachbarte faſt unkenntlich gemachte Ringwall iſt dem ſogenannten Kunſtgebäude einverleibt worden, und es ſcheinen im letztern Verrichtungen vorzugehen, welche die Entwickelung von Rauch oder Dampf zur Folge haben. Als Gruithuiſen zum erſten Male bey Sonnenuntergang dieſes architectoniſche Werk erblickte, ſchienen an mehreren Stellen über demſelben körperliche Geſtalten hervorzuragen, welche den Domkuppeln ſehr ähnlich waren; ſpäter hin gelang es ihm aber nicht, ſie wieder wahrzunehmen; er vermuthet daher, daß ſie Rauch- oder Dampfwolken geweſen ſeyn möchten.

Ueberhaupt ſchienen ihm ſeinen Beobachtungen zu Folge auf der Mondoberfläche Spuren von Vegetation und Bearbeitung derſelben von lebenden Geſchöpfen in einer Zone vorhanden zu ſeyn, welche vom Mondäquator aus bis zum 55° ſüdlicher und bis zum 65° nördlicher Breite reicht. Weiterhin gegen die Pole zu ließ ſich durch Farbe nicht das geringſte unterſcheiden, was auf Vegetation Bezug haben könnte, indem dieſe Zonen zu allen Zeiten eine ſolche blendende Weiße beſitzen, daß er ſchon oft verſucht wurde, an den Polen Schnee anzunehmen. Unverkennbar ſchienen ihm Spuren animaliſcher Weſen wenigſtens von 50° nördlicher Breite bis 37°, vielleicht bis 47° ſüdlicher Breite zu gehen, weil in dieſem Striche ein öfterer Farbenwechſel und mancherley Vertiefungen, welche deutlich theils auf Klüfte, theils auf Flüſſe, und theils auf künſtliche Bearbeitungen des ebenen Bodens hinwieſen, ſich vorfänden. Was beſonders die letztern betrifft, ſo zieht Herr Gruithuiſen aus ſeinen Beobachtungen folgende Reſultate:

1. Dieſe Räumungen ſind entweder vollkommen in gerader Linie, oder in einer regelmäßigen Bogenkrümmung, wie die antiken Straßen der Römiſchen oder Griechiſchen Colonien, angelegt.

2. Dieſe Straßen ſind zweckmäßig angelegt, dadurch, daß ſie den nächſten Weg, und zu beſtimmten Stationen, ſo wie von einem großen fruchtbaren Theil der Mondfläche zum andern führen.

3. Solche große, zum Theil nur mit unglaublichem Aufwand von Arbeit hervorgebrachte, itinerariſche Kunſtwerke, ſind ohne Civiliſation der Seleniten ganz unmöglich.

Uebrigens giebt Herr Gruithuiſen die Hoffnung nicht auf, auch noch Seleniten zu ſehen, jedoch nicht einzeln, ſondern wenn ſie in Maſſe durch dieſe Räumungen ziehen. Denn wenn die Linie einer Straße unterbrochen ſey durch zwey ſich gegen einander bewegende Farbabſätze, welche ſich vereinten und wieder trennten, ſo wären dies Seleniten und nichts anders.

In Anſehung der phyſiſchen Außenverhältniſſe der Seleniten bemerkt Herr Gruithuiſen im Weſentlichen folgendes:

1. Im Monde regnet es nie; denn die dünne Atmoſphäre, welche eben ſo beſchaffen iſt, als wie bey uns in einer Höhe, worin nur noch die feinſten Nebelſtreifen — Cirri — ſchweben, kann keinen Regentropfen tragen. Nur ein höchſt feiner Thau befeuchtet da die Ebenen, die niedrigen Hügel und die kleinen Ringgebirge, die oft, dieſes Nebels wegen, nach Sonnenaufgang ſich unter dem Thaunebel verbergen.

2. Im Monde iſt die Luft zwar von derſelben Beſchaffenheit, wie die unſrige, allein ſie iſt außerordentlich verdünnt, ſo daß die Luft der Erde 28 mal ſchwerer iſt, als jene des Mondes.

3. Im Monde iſt die Schwere ſelbſt um vieles geringer. Sie verhält ſich nach Newton's Grundſätzen an der Oberfläche des Mondes zu der von der Erde nur

wie 2,83 : 15,10, oder wie 1 zu 5,33 und folglich ſind die Körper dort $5\frac{1}{3}$mal leichter, als an unſerer Erdfläche. Dagegen bleibt die Wirkung der Schwungkraft ganz dieſelbe, und erfährt wegen der weniger dünnen Luft ſogar noch weniger Wiederſtand, was für mechaniſche Verrichtungen im Großen ein ſehr günſtiger Umſtand iſt.

4. Im Monde wechſeln alle Mondsmonate die außerordentlich grellen Temperaturextreme der Luft, wahrſcheinlich zwiſchen 40° unter und 40° über 0 Reaumur, während der Boden am Tage im Monde vielleicht über 60° Reaum. erwärmt werden kann, ſo daß immer in beträchtlichen Tiefen unter dem Mondboden die mittlere Temperatur zwiſchen 10 und 20° Reaum. ſchweben dürfte.

5. Im Monde ſteigt bey großer Hitze des Sommers das kohlenſtoffſaure Gas, welches die Lungen entbinden, noch weniger leicht in die Höhe, als bey uns.

6. Wolken und Nebel halten, wie auf der Erde, den Boden warm, und bewirken daher die Möglichkeit des anhaltenden Warmbleibens der Mondfläche, welche, beſonders für niedere Mondgegenden hinreichend ſeyn dürfte, organiſche Weſen während der Winterszeit gegen Erſtarrung zu ſchützen.

7. Wegen der dünnen Luft bedarf der Selenit eines großen Luftraumes in ſeiner Wohnung; daher muß dieſe ſelbſt ſehr groß ſeyn. Da nun die Schwere auf dem Monde um Vieles geringer iſt, als auf der Erde, ſo wölbt ſich auch der Selenit viel leichter ein großes weites Dach, oder gräbt ſich leichter eine große Höhle, als wir auf unſrer Erde

8. Selbſt beym Ueberfluſſe des Feuerungsmaterials würde es unmöglich ſeyn, im Monde große Wohnungen in frey ſtehenden Häuſern gehörig zu heitzen, weil die verdünnte Luft nur ſehr geringe Wärme entwickelt, und ſie heftig wieder ableitet. Es kann daher der Selenit zu gewiſſen Zeiten nur ſehr tief unter der Oberfläche des Mondes wohnen, wo er des immerwährenden Heizens nicht bedarf.

Die von den Mondbewohnern eigens auf flachen Boden hingebaueten Wohnungen werden uns alſo nichts zeigen, als die gewölbten Dächer ihrer Sommerjurten (Sommerwohnungen, wie ſie die Kamtſchadalen aufführen), in welche die Oeffnungen par terre hineingehen. Die übrigen, nicht mit Jurten verſehenen, troglotitiſchen Wohnungen werden daher für uns entweder gar nicht, oder nur durch eine reguläire Aufhäufung des Schuttes, in der Geſtalt der dort ſo häufigen, von Zeit zu Zeit ſich verändernden, natürlichen Rundberge ſichtbar ſeyn, weil dieſe Ringwälle ihnen Schutz vor kaltem Luftzuge gewähren. Daher werden wir mit unſern ſtarken guten Fernröhren zweyerley Merkmale von Seleniten-Wohnungen wahrnehmen, nämlich 1. gewölbte Erhabenheiten, und 2. Räume, zum Theil eingeſchloſſen von veränderlichen Wällen, zum Theil verſehen mit künſtlichen den Ringgebirgen angrenzenden Nebenbauten. Die erſtern können mancherley Geſtalt haben, für uns werden aber nur die wahrnehmbar ſeyn, welche ſich als rundliche oder längliche zeigen.

Aus dieſen Angeführten ſieht man wohl, daß manche von Herrn Gruithuiſen aufgeſtellte Ideen zu ſehr gewagt ſind, und ſelbſt nach der Analogie geſchloſſen ſchwerlich Stand halten werden. Wenn man auch wirklich annehmen wollte, daß der Mond ſo gut, wie unſere Erde, von organiſchen Weſen bewohnbar wäre, ſo wird ohne Zweifel die Natur dieſelben ſo eingerichtet haben, daß ſie mit den Eigenſchaften und Naturdingen, welche auf und im Monde ſich befinden, in derſelben Harmonie verbunden ſind, als wir mit den Körpern auf unſerer Erde. Wir haben daher gar keinen Grund, den Körperbau der Seleniten und alle ihre Bedürfniſſe nach unſern derartigen Verhältniſſen abzumeſſen. Indeſſen iſt und bleibt es wünſchenswerth, daß mehrere Phyſiker und Aſtronomen mittelſt der ſo weſentlich verbeſſerten Fraunhofer'ſchen Fernröhre die Mondfläche recht oft und anhaltend durchmuſtern, und

die von Gruithuiſen angeſtellten Beobachtungen jedoch mit kaltem Blute wiederhohlen möchten. Mit der Vervollkommenung der Kunſt ſchreiten wir ja auch beſonders unſerm nächſten Himmelskörper einen Schritt näher, und vielleicht iſt es endlich doch noch möglich, eine Selenitenzuſammenkunft in Haufen oder in Maſſe wahrzunehmen.

M. ſ. die Verhandlungen der Leopoldiniſch-Caroliniſchen Akademie der Naturforſcher zu Bonn B. X. Abth. II. S. 630–670. Kaſtner's Archiv für die geſammte Naturlehre B. I. S. 129–171. B. II. S. 257–322.

Morphin, Morphium (Morphium, Morphine) (N. A.) iſt ein neues vegetabiliſches Alkali, welches aus dem Opium erhalten wird, und den reizbaren Beſtandtheil deſſelben ausmacht. Sertüner [α]) hat es zuerſt im Jahre 1817 rein dargeſtellt. In einem Nachtrage [β]) bemerkt er; das Morphium ſteigere die Lebensthätigkeit, und errege in geringen Doſen ein angenehmes Gefühl und Schlaf; dagegen wirke die Mekonſäure faſt in jeder Menge als ein Gift, welches unſtreitig zu den größeſten Feinden des thieriſchen Lebens gehöre. Es gewinne daher ſeine Vermuthung große Wahrſcheinlichkeit, daß die ſo äußerſt ſanft beruhigende Eigenſchaft unſerer trockenen Mohnköpfe vom Extractivſtoff-Morphium herrühre. Denn während Kindern von zartem Alter das Opium nicht zuträglich ſey, wiege eine Abkochung der Mohnkapſel ſie in einen folgenloſen ſanften Schlaf, indem in dieſer Abkochung von der gefährlichen Mekonſäure keine Spur vorhanden ſey.

Robiquet [γ]) erhielt das Morphium auf folgende Art: er kochte eine concentrirte Opium-Auflöſung $\frac{1}{4}$ Stunde lang über einer kleinen Menge Magneſia; auf 1 Pfund Opium reichen 10 Grammen Magneſia hin;

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LV. S. 61. ff.
β) Ebendaſelbſt. B. LVII. S. 184. ff.
γ) Ebendaſelbſt. S. 167.

dabey bildete ſich ein gräulicher Niederſchlag in ziemlicher Menge. Dieſer ward auf dem Filtrum mit kaltem Waſſer gewaſchen, getrocknet, und dann einige Zeit lang bey einer Temperatur unter dem Siedpunkte mit ſchwachem Alkohol behandelt. Auf dieſe Art ſchied ſich ſehr wenig Morphium, aber eine ſehr große Menge Färbeſtoff ab. Nach dem Filtriren und Waſchen mit kaltem Alkohol, behandelte er den Rückſtand mit einer größern Menge rectificirten Alkohols, den er anhaltend darüber kochen ließ, und noch ſiedend filtrirte. Beym Erkalten ſetzte ſich dann aus ihm das Morphium ab, ſehr gut kryſtalliſirt, und ſehr wenig gefärbt. Wurde die Auflöſung in Alkohol und die Kryſtalliſation zwey- oder dreymal wiederholt, ſo entſtand farbenloſes Morphium.

Andere Verfahren, das Morphium aus dem Opium zu gewinnen, haben die Herren Choulant [α]) und Thomſon [β]) angegeben.

Dieſen Unterſuchungen zu Folge hat man am Morphium folgende Eigenſchaften wahrgenommen.

1. Es kryſtalliſirt in ſtark abgeſtumpften einfach und doppelt zuſammengeſetzten Pyramiden, deren Grundfläche bald ein gleichſeitiges, bald ein länglich rechtwinklichtes Viereck iſt; oft auch in Prismen mit trapezförmiger Baſis, nach Thomſon in vierſeitigen rechtwinklichten Prismen.
2. Es löſet ſich in 82 Theilen ſiedendem Waſſer auf, und die erkaltete Auflöſung ſetzt regelmäßig weiße, glänzende und durchſichtige Kryſtalle ab.
3. Auch löſet es ſich in 36 Theilen ſiedendem und 42 Theilen kaltem Alkohol von 92 Graden, und in acht Theilen Schwefel-Aether auf.
4. Alle dieſe Auflöſungen färben den wäſſerigen Auszug des Fernambuckholzes violett, und die Rhabarber-Tinktur braun.

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LVI. S. 343. ff.
β) Annals of Philosophy. Jun. 1820.

5. Außerdem haben die Auflöſungen des Morphiums einen bittern eigenthümlich ſchrumpfenden Geſchmack, und die geſättigten Auflöſungen in Alkohol und Schwefeläther hinterlaſſen auf der Haut eingerieben, einen rothen Fleck.
6. Das Morphium verbindet ſich mit Säuren, bildet mit ihnen Salze, und verliert die angezeigten Eigenſchaften.

Multiplicator, elektro-magnetiſcher Condenſator, Galvanometer (Multiplicator electro-magneticus; Multiplicateur) (N. A.) iſt eine Vorrichtung, durch welche die elektro-magnetiſche Wirkung vermehrt wird. Gleich beym erſten Auffaſſen der bekannten Oerſted'ſchen Entdeckung des Elektro-Magnetismus hatte Herr Profeſſor Schweigger [α]) den Gedanken, die elektro-magnetiſche Wirkung durch Umwindung der Drähte um die Bouſſole zu vergrößern. Er hatte nämlich anfänglich die Drähte mit Wachs überzogen, und ſie durch mehrfache Umſchlingungen in eine Schleife (Fig. 13) geformt, welche gleichſam eine elektromagnetiſche Batterie vorſtellt. Stellte er dieſe Schleife in den magnetiſchen Meridian, ſo fand er, daß die Magnetnadel in die eine Oeffnung *a* derſelben gebracht beym Schließen mit einer ſchwachen elektriſchen Kette, 90° gegen Oſten, in der andern 90° gegen Weſten abwich, während die einfachen Drähte beym Gebrauche derſelben ſchwachen elektriſchen Kette die Nadel nur um etwa 30 bis 40° abſtießen. In einer Nachſchrift giebt Schweigger [β]) eine nähere Anleitung, wie eine ſolche Vorrichtung zur Verſtärkung der elektro-magnetiſchen Wirkung einzurichten ſey, und bemerkt zugleich, daß die Drähte noch beſſer mit Seide umſponnen werden könnten. Weil es bey einer ſolchen Einrichtung vorzüglich darauf ankomme, daß die mit Seide umſponnenen dün-

---

α) Journal für Chemie u. Phyſik. B. XXXI. S. 12.
β) Ebendaſelbſt. S. 35.

nen Silberdrähte regelmäßig an einander liegen, ſo ſey es bequem, dieſelben um zwey eingeſchnittene kleine Hölzchen zu ſchlingen. Die Fig. 14 ſtellen Aa und Cc die eingeſchnittenen kleinen Stäbchen von Holz vor, um welche der mit Seide umſponnene Draht dt je mehrmahl je beſſer umſchlungen iſt. Um dieſelbe Zeit hatte dieſelbe Verrichtung Herr Poggendorf in Berlin unter dem Namen eines Condenſators dem Herrn Prof. Ermann mitgetheilt; ſie beſtand aus einem kupfernen Draht von etwa $\frac{1}{10}$ Linien Stärke mit Seide umſponnen, welcher in kreisförmigen, dicht auf und neben einander gedrängten Windungen aufgewickelt, der Bündel von etwa vierzig bis funfzig Gewinden feſt geſchnürt, und dann zu einer elliptiſch länglichen Form zuſammengedruckt war, ſo daß im innern Umfange eine Magnetnadel, wenn die beyden Enden des Drahts an eine einfache galvaniſche Kette angelegt wurden, frey ſpielen konnte, entfernt überall von den innern Gewinden des Drahts ungefähr nur um zwey Linien. Nachdem die merkwürdigen Verſuche, welche mit dieſer erſten Einrichtung dieſes Condenſators waren anſtellt worden, bekannt wurden, gab man den Vorrichtungen dieſer Art lieber den Namen Multiplikator, welchen auch die meiſten Phyſiker angenommen und beybehalten haben. Der Herr Prof. Oerſted *) beſchreibt einen ſolchen Multiplikator, welcher ſich nur in wenigen weſentlichen Stücken von der Schweigger'ſchen Einrichtung unterſcheidet, aber bequemer im Gebrauche iſt. Die Fig. 14. ſtellt denſelben vor: AA iſt der Fuß des Inſtruments, C, C, ſind zwey Geſtelle, welche einen Rahmen BB tragen, in deſſen Rande ſich ein Falz befindet, worin die auf einander folgenden Windungen des Multiplikators liegen. DD iſt ein aufrecht ſtehender Theil, beſtimmt, den Draht zu halten, an welchem der Magnet aufgehangen werden ſoll. Alle dieſe Theile ſind von Holz. EE iſt ein Metalldraht, der mit Reibung durch

---

*) Annales de physique et de chimie. To. XXII. p. 358. suiv.

ein, im obern Theil von DD angebrachtes, Loch geht. An dieſen Metalldraht wird mit etwas Wachs der Coconfaden EF befeſtigt, der an ſeinem Ende ein kleines gedoppeltes Dreyeck von Papier trägt, an welchem die kleine Magnetnadel befeſtigt iſt. Bey G iſt ein hohler Cylinder, durch welchen der Aufhängungsfaden frey hindurchgeht, um die Berührung deſſelben mit dem Draht des Multiplicators zu verhindern. Unter der Magnetnadel iſt ein eingetheilter Kreis befindlich, um die Ablenkungen zu meſſen. Der Draht des Multiplicators iſt von verſilbertem Kupfer, und hält in der Dicke einen Viertel-Millimeter. In ſeiner ganzen Länge iſt er mit Seidenfaden umwickelt; wodurch jede elektriſche Communication zwiſchen den verſchiedenen Theilen dieſes Drahtes, die in dem Holz des Rahmens BB über einander liegen, verhindert wird. H und I ſtellen die beyden Enden des Drahts vor. Um mit dieſem Multiplicator eine äußerſt ſchwache Wirkung bemerkbar zu machen, welche eine, kaum ſichtbare, Ablenkung hervorbringt, muß man den Umlauf unmittelbar, nachdem man ihn geſchloſſen hat, öffnen, und dann jedes Mal von neuem ſchließen, wenn die Nadel im Begriff iſt, die rückgehende Bewegung der vorhergehenden Oscillation zu beendigen. Noch weit empfindlicher läßt ſich der Apparat machen, wenn man in HH eine kleine Magnetnadel in der erforderlichen Lage anbringt, um die Kraft zu verringern, mit welcher die aufgehangene Nadel ihre Richtung zu behalten ſtrebt.

Auch hat Herr Cumming *) nach ſeiner Anzeige zu Anfange des Jahrs 1821 einen Multiplicator unter dem Namen eines Galvanoſkops angegeben, mithin zu einer Zeit, wo etwa 4 Monate früher Schweigger ſeine Vorrichtung anzeigte, welcher folgende Einrichtung hat: (Fig. 15.) A, K ſind mit Queckſilber angefüllte Röhren, welche mit den galvaniſchen Platten verbunden werden. ABCDEFGHK iſt ein um die Magnetnadel

*) Schweigger's Journal für Chemie u. Phyſik. B. XL. S. 528.

n l ſpiralförmig gewundener Draht; a b c, d e f Meſſingdrähte, welche an dem Multiplicator befeſtigt ſind, und auf welchen ſich die Drähte b g und e h verſchieben laſſen; i k und l m zwey Magnetſtäbe, welche an den Drähten b g und e h befeſtigt ſind, und dazu dienen, die Magnetnadel zu neutraliſiren; o p q r ein an dem Inſtrument bey o befeſtigter Meſſingdraht, an welchem ein kleiner um q r drehbarer Magnet t v befeſtigt iſt. Das Inſtrument wird alsdann in die Richtung von Oſten nach Weſten geſtellt; in dieſer Richtung befindet ſich dann auch die Ebene der Spirale, in welche auch die Magnetnadel durch die Wirkung der Magnetſtäbe geſtellt wird. Es iſt nöthig, daß der die Spirale bildende Draht nicht weniger als $\frac{1}{25}$″ Durchmeſſer habe, und daß die Spirale wenigſtens 4 bis 5 Windungen habe, und ſich ſo nah als möglich an der Nadel befinde.

Da gewöhnlich neu entdeckte Thatſachen auf neue Folgen führen, und zu neuen Ideen Veranlaſſung geben, welche ſelbſt mancherley Abänderungen und zu weitern Unterſuchungen nöthige Verbeſſerungen erfundener Inſtrumente vorausſetzen; ſo war dies auch der Fall bey dem elektro-magnetiſchen Multiplicator, welcher nun beſonders zur Auffindung der Elektricitäts-Entwickelung mehrerer chemiſcher Proceſſe gebraucht wurde. So ſuchte Herr Becquerel *) die Empfindlichkeit des Multiplicators dadurch zu vergrößern, daß er unter oder über deſſen Magnetnadel in einigem Abſtand einen andern Magnet ſo legt, daß er die Nadel umzudrehen ſtrebt, und dadurch die Wirkung vom Erd-Magnetismus vermindert. Herrn Becquerel war es darum zu thun, mit Hülfe des Multiplicators die Elektricitäts-Aeußerung darzuthun, welche man bey der chemiſchen Verbindung wirkſam glaubt, wobey man nach der elektro-chemiſchen Theorie vermuthet, daß ſich die Elektricitäten einander neutraliſiren. Zu dem Ende richtete er

*) Annales de chimie et de physique. Tom. XXIII. p. 244.

den Multiplicator ſo ein, daß das eine Ende in eine angelöthete etwas geräumige Vertiefung von Platin, und das andere in eine Pincette von demſelben Metall ausging. Die Reſultate ſeiner Unterſuchungen ſ. m. unter dem Artikel: Proceß, chemiſcher. Da nun Herr Becquerel gefunden hatte, daß ſich bey mancherley chemiſchen Proceſſen elektriſche Strömungen entwickeln, ſo meinte er, daß ſich auch Spuren der Elektricität in der wäſſerigen Auflöſung eines Körpers zeigen würden, wenn man den Multiplicator noch empfindlicher machen könnte [a]). Er bemühete ſich daher eine ſolche Vorrichtung ins Werk zu ſtellen, welche ihm auch glückte. Sie beſteht in folgenden: Drey Magnetnadeln (Fig. 16.) AB, A′B″, A″B″, deren jede an einem Coconfaden aufgehangen war, brachte er in eine ſolche gegenſeitige Lage, daß der Südpol der erſtern ſich in dem Wirkungskreiſe des Nordpols der zweyten befand u. ſ. f., ſo daß ſie ſchräger Richtung auf einander einwirkten. Dieſe drey Nadeln mußten in Folge ihrer gegenſeitigen Einwirkung von dem urſprünglichen Stande des Gleichgewichts, d. h. von der Ebene des Meridians abgelenkt werden, und mögen ſich etwa in die Richtung ba, b′a′, b″a″ ſtellen; die mittlere Nadel wird mehr als die beyden andern abgelenkt ſeyn, weil ihre beyden Pole von den entgegengeſetzten Polen der beyden Nadeln angezogen werden. Vorausgeſetzt, daß dieſe drey Nadeln zu drey Multiplicatoren gehören, welche genau in dieſelbe Richtung gebracht ſind, deren Metalldrähte mittelſt kleiner mit Queckſilber gefüllter Gefäße im Zuſammenhange ſtehen; ferner vorausgeſetzt, daß die Drähte denſelben Durchmeſſer haben, daß ſie dieſelbe Menge von Windungen auf jeden einzelnen Multiplicator bilden, und daß endlich alles an allen gleich ſey; ſo wird daraus folgen, daß in dem Augenblicke, da man eine elektriſche Strömung in dem Apparate entſtehen läßt,

a) Annales de chimie et de physique. Tom. XXIV. p. 337. suiv. überſetzt in Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XL. S. 409. ff.

die Nordpole in gleicher Richtung bewegt werden müſſen. Erwägt man nun, was erfolgen wird, unter der Vorausſetzung, daß die Wirkung der elektriſchen Ströme dahin gehe, die Nadeln in den magnetiſchen Meridian zurückzubringen; ſo wird ſich der Pol b′ von a, und der Pol a′ von b″ entfernen, die Nadel a′ b′ aber, getrieben durch die elektriſche Strömung in den magnetiſchen Meridian zurückzutreten, wird um deſto weniger in ihrer Bewegung gehindert ſeyn, je größer die Entfernuug des Pols a von dem Pole b′ und des Pols a′ von dem Pole b″ ſeyn wird; demnach werden die Bewegungen der Nadel a′ b′ bedeutender ſeyn, als wenn ſie allein wäre afficirt worden.

Eine bey dieſer Einrichtung des Multiplicators weſentlich nothwendige Bedingung iſt die, die Nadeln zu gleicher Zeit in Bewegung zu ſetzen; denn wären die Bewegungen einander entgegengeſetzt, ſo würden ſie vielmehr ſich ſtören, und man hätte ſtatt Vermehrung oder Empfindlichkeit des Apparats eine Verminderung. Man wird zum Theil dieſe Abſicht erreichen, wenn man

1. für alle Multiplicatoren Drähte von demſelben Metalle und gleichem Durchmeſſer nimmt; wenn man
2. dafür ſorgt, daß die Zahl der Windungen des Drahts auf jedem Multiplicator dieſelbe iſt; wenn man
3. möglichſt gleiche Nadeln anwendet, welche zu gleicher Zeit durch den Doppelſtrich bis zur Sättigung magnetiſirt worden ſind; wenn man endlich
4. dieſe Nadeln auf gleiche Weiſe aufhängt und die beyden am Ende aufgeſtellten Multiplicatoren in eine durchaus gleiche Lage mit dem mittelſten bringt.

Sind dieſe Bedingungen erfüllt worden, ſo iſt man ſicher, daß alles auf der einen und der andern Seite ſymmetriſch iſt.

Zu bemerken iſt, daß die Einförmigkeit der Bewegungen, welche durchaus nothwendig iſt, nur bey ſehr kleinen Abweichungen Statt findet; denn da die mittlere

Nadel dem Einfluſſe der beyden Seitennadeln ausgeſetzt iſt, ſo werden deren Bewegungen gleich raſcher werden, als die der beyden andern, weil von dieſen nur ein Pol durch den benachbarten Pol der mittleren Nadel afficirt wird. Deshalb kann die hier angegebene Vereinigung der Multiplicatoren nur in dem Falle angewendet werden, wenn die Abweichungen der Magnetnadel ſehr klein ſind. In jedem andern Falle muß man ſich eines einfachen Multiplicators bedienen.

Ein Vortheil des beſchriebenen Apparats iſt der, daß die Nadeln längere Zeit ihren Magnetismus behalten, als wenn ſie nicht dem gegenſeitigen Einfluß ausgeſetzt wären.

Becquerel war anfänglich der Meinung, daß man die Empfindlichkeit bis ins Unendliche vermehren könne, indem man die Zahl der Multiplicatoren vermehrt; aber er erkannte leicht, daß es in dieſer Beziehung eine Grenze giebt. Denn mit der Vermehrung der Zahl tritt auch die Vermehrung der Schwierigkeiten ein, welche ſich dem gleichförmigen Gange der Nadeln entgegenſetzen, und auf dieſe Weiſe gewinnt man demnach nichts für größere Empfindlichkeit. Nichtsdeſtoweniger kann man ſich mit ein wenig Geſchicklichkeit eines aus einer gewiſſen Menge von Multiplicatoren zuſammengeſetzten Apparats bedienen, wobey man aber den Augenblick erwarten muß, in welchem ſich alle Nadeln wieder gemeinſam zu bewegen anfangen; alsdann läßt man die Strömung genau dann entſtehen, wenn die Schwingungen in der Richtung des Einfluſſes, welche dieſer den Nadeln mittheilt, ihren Anfang nehmen.

Im allgemeinen läßt ſich durchaus keine allgemein gültige Regel für die ſchickliche Einrichtung des Multiplicators aufſtellen; denn dieſe hängt von einer Menge Umſtände ab, welche bey keinem Apparate dieſelben bleiben. Nur durch mehrfache Verſuche gelingt es, ein Syſtem von Multiplicatoren zu bilden, das ſehr ſchwache elektriſche Strömungen anzudeuten im Stande iſt. Man

kann übrigens an dieſem Apparate noch eine Verbeſſerung anbringen, welche deſſen Empfindlichkeit zu vermehren im Stande iſt, wenn man nämlich einen Theil des Erdmagnetismus mit einer großen magnetiſirten in gehöriger Entfernung von den Nadeln aufgeſtellten Stange neutraliſirt. Wenn ſich nun die mittlere Nadel in Folge der elektriſchen Strömung von der Ebene des magnetiſchen Meridians entfernt hat, ſo wird ſie noch mehr der Wirkung der beyden benachbarten Pole gehorchen, weil der Erdmagnetismus mit weniger Kraft wirkt. Man muß nur darauf achten, den Strom auf gehörige Weiſe einwirken zu laſſen, um die erwähnte Wirkung zu erhalten.

Schweigger hatte gleich anfänglich bey ſeiner Angabe des Multiplicators den Gedanken, zu unterſuchen, auf welche Art durch eine jede neue Windung des Drahts um die Bouſſole die elektromagnetiſche Kraft vermehrt werde. Allein alle diejenigen Verſuche, welche man zu dieſer Abſicht gleich anfänglich anſtellte, geſtatteten es nicht, ein allgemeines Geſetz aufzufinden, nach welchem dieſe Kraft bey der Vermehrung der Drahtwindungen um die Bouſſole zunimmt. Der Herr Dr. **Kaemtz** *) hielt es daher mit Recht nicht überflüſſig, genauere Verſuche zur Ausmittelung dieſes Geſetzes anzuſtellen. Zuerſt entwickelte er einige Gleichungen, aus welchen die Größe der elektromagnetiſchen Kraft aus dem gegebenen Anziehungs- oder Abſtoßungswinkel der Magnetnadel gefunden werden kann, und ſtellte alsdann mehrere Reihen von Verſuchen an, um daraus das Geſetz abzuleiten, wie ſich in dem Schweigger'ſchen Multiplikator die magnetiſche Kraft des Schließungsdrahtes bey einer einzigen Windung zu der bey n Windungen verhalte. Er bediente ſich dazu einer von dem Mechanikus Herrn **Kraft** verfertigten Magnetnadel von 6″ Länge. An zwey ent-

---

*) Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XXXVIII. S. 100. ff.

gegengeſetzten Punkten der Bouſſole waren Glasröhren angebracht, durch welche der Schließungsdraht geſteckt wurde. Der Limbus war in halbe Grade eingetheilt, und mittelſt einer Loupe konnte er ſehr gut kleinere Theile eines Grades abſchätzen. Die Bouſſole ſelbſt ſtand auf einer vertikalen um ihre Axe drehbaren Säule, an deren Fuße ſich eine in Grade getheilte Scheibe von 3″ Durchmeſſer befand. Auf ſolche Art konnte er alſo den Verbindungsdraht in jedes Azimuth ſtellen, und den Azimuthalwinkel beliebig verändern. Uebrigens betraſen ſeine Verſuche blos die Declinationsnadel. Als Elektromotor diente ihm eine einfache Kette nach der Einrichtung des Herrn Prof. Schweigger, bey welcher die Kraft nicht ſo ſchnell abnahm, als welches zur Beſtimmung eines ſichern Reſultats nothwendig erforderlich iſt. Der Schließungsdraht hatte beſtändig einerley Länge, indem verſchiedene Längen die elektromagnetiſchen Kräfte abändern, und außerdem ſorgte er auch noch dafür, daß die Flüſſigkeit, welche aus einer Auflöſung von Salmiak im Brunnenwaſſer, wozu noch etwa 0,01 concentrirte Schwefelſäure zugegoſſen war, beſtand, immer gleiche Temperatur hatte. Auf dieſe Weiſe beobachtete er die Abweichungswinkel der Magnetnadel wenigſtens zehnmal, und nahm daraus das Mittel. Dieſer mittlere Werth in die von ihm vorher entwickelten Gleichungen geſetzt, gaben ihm die Größe der elektromagnetiſchen Kraſt des Schließungsdrahtes. Er fand, daß, wenn die Kraft einer einzigen Windung des Multiplicators = 1 geſetzt wird, die Kraſt von n Windungen = n iſt, oder daß ſich die elektromagnetiſche Kraft wie die Anzahl der Umwindungen verhalte. Es bemerkt daher auch Herr Kaemtz ganz richtig, daß dieſer Apparat ſchicklicher den Namen eines Multiplicators, als den eines Condenſators verdiene.

Die merkwürdigen Verſuche, welche zur genauern Entwickelung des Elektro-Magnetismus mit Hülfe des Multiplicators von mehreren Phyſikern ſind angeſtellt

worden, ſ. m. in dem Artikel: Elektro-Magnetismus (Th. IX. S. 927. ff.). Seine beſondere Wichtigkeit bey der Einleitung chemiſcher Proceſſe ſ. m. in dem Artikel: Proceſſe, chemiſche.

Eine nutzbare Anwendung des elektro-magnetiſchen Multiplicators auf Schiffen hat Herr Prof. Schweigger angegeben.

Myricin ſ. den Artikel: Cerin (Th. VIII. S. 395.).

N.

Natron, Natrum, Natriumoxyd, Sodiumoxyd, Aetz-Natron iſt dasjenige Salz, welches ſonſt am gewöhnlichſten mit dem Namen Mineralalkali benennt wurde, und wovon der Artikel: Laugenſalze (Th. III. S. 232) nachzuſehen iſt. Im Jahre 1807 entdeckte Hump. Davy, daß das Natron aus einer eigenthümlichen metalliſchen Grundlage (Natrium, Natronium, Sodium) und aus Oxygen zuſammengeſetzt, mithin ein wahres Metalloxyd ſey. Er machte dieſe Entdeckung zu gleicher Zeit mit dem Kali an einer ſtarken Volta'ſchen Säule, bey welcher an dem Waſſerſtoffpole die kleinen metalliſchen Kügelchen gleich Queckſilber ſich zeigten.

Das Natrium läßt ſich aber auch durch chemiſche Zerſetzung auf dieſelbe Art, wie das Kalium aus dem Kali gewinnen, nur gehöret zur Zerſetzung des Natrons ein ſtärkerer Grad der Hitze als zur Zerſetzung des Kali. Nach Thenard geht die Zerſetzung leichter vor ſich, wenn vor dem Verſuche das Natronhydrat mit einigem wenigen Kalidrat zuſammengeſchmolzen wird. Das Kalium zieht man alsdann nach der chemiſchen Operation dadurch daraus, daß das Metall in einem offenen Gefäße mit rectificirtem Terpenthinöhl oder Petroleum übergoſſen wird, welches das Kalium in wenigen Tagen auflöſet, und das Natrium im geſchmeidigen Zuſtande allein zurückläßt.

Das Natrium hat mit verſchiedenen charakteriſtiſchen Eigenthümlichkeiten des Kaliums Aehnlichkeit. Es iſt ſo weiß wie Silber, hat großen Glanz und iſt ein guter Leiter der Elektricität. Es iſt weicher und geſchmeidiger, als die übrigen gewöhnlichen Metalle. Mit der größten Leichtigkeit läßt es ſich zu dünnen Blättern auspreſſen, und behält ſogar ſeine Geſchmeidigkeit beym Froſtpunkte. Davy fand ſein ſpecifiſches Gewicht = 0,9348; nach Gay-Luſſac und Thenard iſt es bey + 15° C 0,972.

An der Luft wird das Natrium langſam oxydirt, und überzieht ſich mit einer Rinde von Natron. Wird es aber in Oxygengas oder Chlorgas ſtark erhitzt, ſo verbrennt es mit ſprühenden Funken; in Waſſer gebracht brauſet es heftig auf, ſchwimmt auf der Oberfläche, ohne ſich zu entzünden, und oxydirt ſich zu Natron. Feuchtet man es nur mit wenigem Waſſer an, ſo erhitzt es ſich leicht bis zur Entzündung. Gegen den Sauerſtoff hat es keine ſo große Verwandtſchaft, als das Kalium, zerſetzt aber die meiſten andern oxydirten Körper.

Uebrigens hat das Natrium, ſo wie das Kalium, nach Gay-Luſſac und Thenard, drey bekannte Oxydationsſtuffen.

1. Wird das Natrium eine Zeitlang in einer kleinen Menge von feuchter Luft aufbewahrt, oder ein Ueberſchuß von Natrium mit Natron erhitzt, ſo entſteht eine dunkelgrauliche Subſtanz, welche etwa die Hälfte ſo viel Sauerſtoff enthält, als das Natron, und daher ein Suboxyd iſt.

2. Die andere Oxydationsſtuffe giebt das Natron, welches entſteht, wenn das Natrium bey einer nicht ſehr hohen Temperatur der Einwirkung des trocknen Oxygengaſes ausgeſetzt wird. Um das Natrum völlig zu oxydiren, muß es vorher zu einer dünnen Scheibe ausgebreitet ſeyn.

3. Die dritte Oxydationsſtuffe giebt das Superoxyd, welches erhalten wird, wenn Natrum auf einer Scheibe von Silber oder geſchmolzenem ſalzſauren Natron (Kochſalz) bis zum Glühen in Oxygengas erhitzt wird. Es hat dieſes Oxyd eine dunkelorangengelbe Farbe, ſchmelzt leicht, und iſt ein Nichtleiter der Elektricität. Wird es mit Waſſer behandelt, ſo entbindet ſich Oxygen und das Waſſer wird in eine Natronauflöſung verwandelt. Es verpufft, wenn es mit brennbaren Körpern ſtark erhitzt wird.

Mit Schwefel, Phosphor und Kalium verbindet ſich das Natrium ſehr leicht. Mit dem Chlor iſt nur eine Verbindung des Natriums bekannt, und dieſe iſt die unter dem Namen gemeines Salz oder **Kochſalz** bekannte wichtige Subſtanz.

Uebrigens iſt Natron nicht allein die Grundlage des Kochſalzes, ſondern auch des Tafel- und Kronglaſes und aller harten Seifen.

Naturphiloſophie (Philosophia naturalis, philosophie naturelle) (N. A.) iſt die reine Vernunfterkenntniß der Natur und Naturdinge aus bloßen Begriffen, wobey aber nur die Dinge äußerer Sinne in Betrachtung kommen. Eine reine Erkenntniß von Dingen kann blos diejenige genannt werden, welche in der urſprünglichen Thätigkeit unſeres Geiſtes liegt, und von keiner einzigen Erfahrung abhängt, mithin den Charakter der ſtrengſten Allgemeingültigkeit und unbedingten Nothwendigkeit an ſich trägt. In der Natur muß es einen ſolchen reinen Theil der Naturlehre geben, welcher mit Recht den eigentlichen Namen **Naturphiloſophie** verdient, weil ſchon in dem Ausdrucke der Natur der Begriff von den allgemeinſten Geſetzen liegt, und derſelbe den Begriff der abſoluten Nothwendigkeit aller Beſtimmungen eines Naturdinges, welche zum Daſeyn deſſelben gehören, bey ſich führt. Dieſer Theil muß alſo für uns apodiktiſch gewiß ſeyn, und aller übrigen Erfahrung zum Grunde liegen. Es ſind

unſerm Geiſte dieſe beyden Fähigkeiten, Sinnlichkeit, oder das Vermögen, von den Dingen äußerer Sinne aſſicirt zu werden, und Verſtand, oder die Fähigkeit, die durch die Sinnlichkeit empfangenen Eindrücke zu zergliedern und ſich Begriffe von ſelbigen zu bilden, angebohren. Es liegt daher allen Begriffen, welche ſich der Verſtand von Dingen entwickelt hat, jederzeit eine Anſchauung derſelben zum Grunde. M. ſ. den Artikel: Anſchauung (Th. VIII. S. 97. ff.) welche entweder eine reine oder eine empiriſche iſt. Von einem Verſtandesbegriffe können wir alſo entweder zu der ihm entſprechenden reinen oder empiriſchen Anſchauung zurückgehen, und dann erhalten wir im erſtern Falle eine reine und allgemein einleuchtende, im andern aber eine empiriſche Erkenntniß. Einen Begriff aber in der reinen Anſchauung, welcher ihm entſpricht, darſtellen, heißt denſelben conſtruiren; daher ſetzt die reine Erkenntniß von Dingen jederzeit ſolche Begriffe voraus, die ſich conſtruiren laſſen, und dies iſt das einzige Geſchäft der Mathematik. Die eigentliche Naturphiloſophie begreift demnach denjenigen Theil der Naturlehre, welcher vermittelſt der Mathematik aus dem empiriſchen Begriffe der Materie überhaupt, ohne irgend einer andern empiriſchen Beyhülfe entwickelt werden kann, und welche von Kant die Metaphyſik der Naturwiſſenſchaft iſt genannt worden. Letzterer hat dieſen Theil mit einer ihm eigenthümlichen Gründlichkeit vollſtändig und rein durch alle Kategorien aus einander geſetzt. Mit vollem Rechte iſt von ihm dieſer reine Theil der Naturwiſſenſchaft, wo metaphyſiſche und mathematiſche Conſtructionen durch einander zu laufen pflegen, in einem Syſteme dargeſtellt worden, worin die metaphyſiſchen Principien unvermiſcht mit den mathematiſchen Conſtructionen gegeben ſind, welches beſonders den Vortheil hat, genau zu beſtimmen, was die Vernunft für ſich zu leiſten vermag, und wo ihr Vermögen anfängt, der Beyhülfe der Erfahrungsprin-

cipien nöthig zu haben. Herr Hofr. Fries hat Kant's Anſichten, welche von den meiſten angeſehenſten Phyſikern verworfen in Vergeſſenheit zu kommen ſchienen, auf eine ſehr rühmliche Weiſe zur feſten Grundlegung einer rationalen Naturlehre in ſeiner mathematiſchen Naturphiloſophie wieder zu benutzen geſucht, und ſie den mathematiſchen Naturforſchern vorzüglich empfohlen. In dieſer ſeiner gehaltvollen Schrift hat er aber die metaphyſiſchen Grundbegriffe der reinen Naturlehre mit den mathematiſchen Conſtructionen ſelbſt in eine philoſophiſche Verbindung zu bringen geſucht, und daher die mathematiſche Naturphiloſophie in zwey Theile, nämlich in die **Philoſophie der reinen Mathematik**, und in die **Philoſophie der reinen Bewegungslehre**, eingetheilt.

Es hat allerdings ſeine Richtigkeit, daß die Möglichkeit der Mathematik der reinen Philoſophie bedarf, und daß ſich die ganze Natur zuletzt zur Form und Bewegung vereinigt, mithin die ganze Welt an ſich eine **urſprünglich rein mathematiſche** iſt. Indeſſen ſcheint Herr Fries mit Unrecht von Kant's Beſtimmungen der Grundkräfte in einigen Punkten abgegangen zu ſeyn, wovon man den Artikel: **Grundkräfte** (Th. IX. S. 349. f.) nachſehen kann. Auch giebt die Anwendung der Mathematik auf Naturerſcheinungen noch gar keine vollgültige phyſikaliſche Erklärung, wenn gleich nach den vorausgeſetzten Prämiſſen alles Folgerecht und mit mathematiſcher Präciſion entwickelt wäre. Die Mathematik löſet gleichſam nur alle Erſcheinungen in reine Anſchauungen auf, entkleidet ſie von allen eigentlichen Qualitäten, und behandelt ſelbſt die Gegenſätze in den Bewegungen, die Abſtoßungen und Anziehungen, im Verhältniſſe gegen einander blos als poſitive und negative Größen. Ueber das innere Weſen der Naturerſcheinungen, mithin über die Möglichkeit der Naturdinge überhaupt, ſo wie über die Möglichkeit ihres eigenen Gebiets, giebt ſie keine Aufklärungen; dies Ge-

ſchaft iſt rein philoſophiſch, und es iſt daher ſehr verdienſtlich, daß Kant dieſen reinen Theil von allen reinen mathematiſchen Conſtructionen unvermiſcht vollſtändig auseinander geſetzt hat. Da aber dieſer Theil eingeſehn ſeyn will, ſo dient die Mathematik blos dazu, den zum Grunde gelegten empiriſchen Begriff der Materie überhaupt auf die ihm correſpondirende reine Anſchauung zurückzubringen.

In Hinſicht der vorzüglichſten Aufgabe in der Naturwiſſenſchaft, nämlich der Erklärung einer ins Unendliche möglichen ſpecifiſchen Verſchiedenheit der Materien, kann dieſelbe nur auf zwey Wegen aufgelöſt werden: den **mechaniſchen**, durch die Verbindung des Abſolutvollen mit dem Abſolutleeren, oder einen ihm entgegengeſetzten **dynamiſchen** Weg, durch die bloße Verſchiedenheit in der Verbindung der urſprünglichen Grundkräfte, der zurückſtoßenden und anziehenden. Die Erklärungsart auf dem erſten Wege wird gewöhnlich die **mechaniſche Naturphiloſophie** genannt. Die Anhänger derſelben ſuchen die Grundurſachen aller Naturerſcheinungen aus Erfahrungen abzuleiten. Die Erklärungsart der ſpecifiſchen Verſchiedenheit der Materie auf dem andern Wege aber heißt die **dynamiſche Naturphiloſophie**. Der Unterſchied von beyden beruht aber keinesweges auf phyſikaliſchen Hypotheſen, ſondern er iſt blos durch die Metaphyſik herbeygeführt worden; der mechaniſch-philoſophiſche Weg nimmt die metaphyſiſche Vorausſetzung an, daß alles Zuſammengeſetzte in der Körperwelt aus untheilbaren Atomen, welchen man Kräfte beylegt, mit eingeſtreueter Leere, beſtehe; die dynamiſch-philoſophiſche Anſicht hingegen beruht auf dem Geſetze der Stetigkeit, welches das Grundgeſetz der rein mathematiſchen Anſchauung iſt. Es hat daher auch das mechaniſch-atomiſtiſche Syſtem ſeiner eigenen Vorausſetzung kein Genüge leiſten können, ſondern vielmehr bey aller Verwahrung den durch reine Anſchauung bewieſenen Theil der Naturlehre anerkennen müſſen.

Nähme man auch wirklich die Vorausſetzung der abſo-
luten Untheilbarkeit der Atome an, ſo nehmen ſie doch einen beſtimmten Raum ein, und müſſen dieſen mit Stetigkeit erfüllen, wenn ſie nicht wieder aus andern Atomen zuſammengeſetzt ſeyn ſollen. Iſt aber einmal die ſtetige Erfüllung des Raums zugegeben, ſo befindet man ſich wieder in dem Gebiete des dynamiſch-philoſophiſchen Syſtems.

Die neuern Philoſophen, beſonders Schelling und ſeine Anhänger, hatten den großen Gedanken, aus den Kant'ſchen Lehren eine Naturphiloſophie zu entwickeln, worin die Möglichkeit gezeigt werden ſollte, die Natur zu ſchaffen. Allein die Unmöglichkeit dieſes Gedankens erhellt ſchon daraus, daß die Geſetze der Nothwendigkeit deſſen, was zum Daſeyn eines Dinges gehört, ſich mit einem Begriffe beſchäftigen, welcher ſich nicht conſtruiren läßt, weil das Daſeyn in keiner reinen Aufſchauung dargeſtellt werden kann.

Nebel (Zuſ. zu S. 701. Th. III.). Herr Howard, welcher in einer langen Reihe von Jahren über die Entſtehung der Wolken viele Beobachtungen angeſtellt hat, führt den Nebel unter dem Ausdrucke **Nebelſchicht** (stratus) als eine Wolke an, welche ein Beyſpiel der Zerſetzung von Waſſerdampf liefert, welcher in einer Luft von niedrigerer Temperatur als die ſeinige kömmt. Die Erde und das Waſſer, über welche dieſe Nebelſchicht ruht, ſind immer wärmer als die Nebel, und die durchſichtige Luft über ihr. So betrug z. B. nach Howard's Beobachtung zu einer Zeit, zu welcher auf einem mit Teichen verſehenen Lande eine Nebelſchicht lag, die Temperatur des Bodens unmittelbar unter dem Raſen 57° Fahr., des Waſſers 59°, der Luft in 30 Fuß Höhe 55°, und die Temperatur des Nebels 4 Fuß über der Erde 49°,5. Hieraus erhellt es, daß eine ſolche Nebelſchicht eine horizontale Oberfläche behält, und daß ſie jedesmal verſchwindet, oder in die Höhe ſteigt, wenn ihre Temperatur der des

Bodens gleich wird. Es entſteht daher eine ſolche Nebelſchicht jederzeit durch die örtliche und begrenzte Zerſetzung des Waſſerdampfs, welchen Erde und Waſſer nach Sonnen-Untergang auszuſenden fortfahren, vermöge ihrer am Tage erhaltenen Temperatur. Was aber hiebey in der untern Luft für eine Veränderung vorgeht, durch welche dieſe lokale Zerſetzung veranlaßt wird, iſt nach **Howard** nicht leicht zu erklären. Denn es ſcheine, daß an einem heitern Tage Abends die Erkältung der Luft nahe an dem Erdboden häufig in derſelben Richtung, als Morgens die Erwärmung derſelben vor ſich gehe, d. h. daß ſie an der Erdfläche anfange, und von unten nach oben fortgehe. In dem vorgeſetzten Falle war die Luft um 7° Fahr. kälter geworden, und doch fuhr der Waſſerdampf immer noch fort ſich zu Nebel zu zerſetzen, und das bey vollkommener Windſtille. Dadurch werde zugleich die Vermuthung ausgeſchloſſen, daß hiebey ein Austauſch einer gewiſſen Menge unterer wärmerer Luft gegen kalte Luft, die von oben herabkomme, Statt finde.

Nebelſterne (Zuſ. z. S. 704. Th. III.). Ohne Zweifel werden wir in der Folge durch die größere Vollkommenheit der optiſchen Inſtrumente eine genauere Aufklärung dieſer äußerſt merkwürdigen Sterne erhalten. Vorläufig hat der Herr Prof. Struve in Dorpat *) einige Beobachtungen bekannt gemacht, welche er mittelſt des v. **Fraunhofer**'ſchen neuen Rieſenrefractors, angeſtellt hat. Sehr wunderbar war ihm der Anblick des Nebelfleckes des Orion durch dieſes Inſtrument, worüber ſich mit Worten nichts ausdrucken ließ. Zu wünſchen wäre es freylich, daß ſolche vollkommene optiſche Werkzeuge in den Händen mehrerer thätiger Himmelsbeobachter ſeyn könnten, welche neue Beobachtungen und Entdeckungen würde dies in kurzer Zeit zur Folge haben? Indeſſen wird man doch immer noch mit dem vor=

*) Kaſtner's Archiv für die geſammte Naturlehre. B. V. S. 167. f.

trefflichen Bode die Frage aufſtellen können: wo ſind denn endlich die Grenzen des Weltbaues? oder, wo hat die ſichtbare Schöpfung ein Ende? Hier zieht ſich eine undurchdringliche Decke vor unſere Augen. Dieſe Grenzen kennt der kurzſichtige Menſch nicht.

Schwindeln kann er an dieſem Hange des Abgrunds,
Aber nichts in ſeinen Tiefen ſehen.

Klopſtock.

Nebenmonde (Zuſ. z. S. 705. Th. III.). In den neuern Zeiten ſind von dieſen Erſcheinungen, welche ſonſt ſelten vorkommen, einige beobachtet worden. Bey der einen, welche in Bode's Jahrbuche [α]) beſchrieben wird, waren zwey Nebenmonde, beyde weſtlich vom Monde und zwar der eine oberhalb der Mitte und der andere unterhalb der Mitte; beyde berührten den wahren Mond, und hatten eine gute Grenze. Uebrigens war der Himmel frey von allen Wolken. Beſonders auffallend aber war es, daß dieſe Nebenmonde durch ein bloßes Augenglas geſehen wurden, durch ein Taſchenfernrohr aber der Mond ohne Nebenmonde erſchien. Eine andere Erſcheinung dieſer Art wurde am 10ten März 1824 von dem Studioſ. Herrn **Nepilly** in Breslau zwiſchen 11 und 12 Uhr beobachtet [β]). Der Mond ſtand ungefähr im erſten Viertel, etwa 50° über dem Horizont in SW zu W, und hatte gegen W ungefähr in 45° Neigung gegen den Horizont, ein an Größe ihm völlig gleiches, nur nicht ſo ganz helles Nebenbild; die Ränder beyder Scheiben berührten ſich. Dabey war der Himmel ganz mit dünnem Florgewölk überzogen, und er glaubte deutlich wahrzunehmen, daß bey vorüberziehendem dichten Gewölke das Nebenbild nicht in eben dem Grade an Licht verlor, als der Mond ſelbſt, was ihm für die Entſtehung des Bildes in dem niedrigſten Gewölk zu ſprechen ſchien.

α) vom Jahre 1812. S. 265.
β) Kaſtner's Archiv. Th. II. S. 221.

Auf welche Art die neuern Phyſiker dieſe Erſcheinungen zu erklären geſucht haben, ſ. m. den Artikel **Nebenſonnen**, welchen eine ähnliche Entſtehung zum Grunde liegt.

Nebenplaneten (Zuſ. zu S. 714. Th. III.). Nach ſehr vielen und unermüdeten Beobachtungen am Uranus entdeckte **Herſchel** bey ſehr ſtarken Vergrößerungen mittelſt des lichtvollen zwanzigfüßigen Teleſkops am 18ten Januar 1790; 9ten Febr. 1791; 28ten Febr. und 26ten März 1794 noch vier Uranusmonde als die feinſten Lichtpunkte. Indeſſen ſind dieſe vier neuen Monde noch von keinem andern Aſtronomen geſehen worden. Die ſynodiſchen Umlaufszeiten mit den ſcheinbaren größten Entfernungen vom Uranus ſind nach **Herſchel** folgende:

		Umlaufszeit			Entfernung
1ter Trabant		5 Tage	21 Stund.	25 Min.	25,6″
2ter	—	8 —	17 —	1 —	33,0
3ter	—	10 —	23 —	4 —	38,6
4ter	—	13 —	11 —	5 —	44,2
5ter	—	38 —	1 —	49 —	1′ 28,4
6ter	—	107 —	16 —	40 —	2 56,8

Nebenſonnen (Zuſ. z. S. 718. Th. III.). Eine beſonders ſchöne und vollſtändige Erſcheinung dieſer Art haben die Herren Legationsrath v. **Buch** und Prof. **Kries** in Gotha am 12ten May 1824 zu Gotha in den Morgenſtunden zwiſchen 6 und 8 Uhr Morgens wahrgenommen und beobachtet. Nach der Beſchreibung des Hrn. v. **Buch** *) war der Himmel in der Hälfte, in welcher die Sonne ſtand, mit weißen dünnen Wolkenſtreifen (Schäfchen, Cirrhus), die aber nicht zuſammenhangend, ſondern unterbrochen waren, überzogen; im Zenith war er vollkommen rein, und blau, und auf der, der Sonne entgegengeſetzten Seite, befand ſich zwar auch Cirrhus, aber weit weniger als in Oſten, noch dünner und mehr zerſtreuet. Die Erſcheinung zeigte ſich überall

*) Kaſtner's Archiv. Th. II. S. 209. ff.

nur auf dieſen Wölkchen; wo der Himmel blau war, war ſie jedesmal unterbrochen.

Die Sonne war mit einem hellen Ringe umgeben von weißem Lichte, in welchem etwas außerhalb deſſelben diametral entgegengeſetzt zwey Nebenſonnen zu ſtehen ſchienen, die ſehr glänzend waren, und deutliche Regenbogenfarben zeigten, das Roth der Sonne zugekehrt, das Grün von ihr ab. Auf der Seite des Grün zeigten ſich Schwänzchen, von der Sonne abwärts gekehrt. Eine dritte Nebenſonne von den beyden erſtern um 90° entfernt wurde erſt zwiſchen 7½ und 8 Uhr über dem Horizont ſichtbar, aber weniger glänzend als die beyden erſtern.

Ein anderer mit dem vorigen concentriſcher größerer Ring um die Sonne zeigte am obern Theile die lebhafteſten Regenbogenfarben, das Roth gegen die Sonne gerichtet. Der übrige Theil dieſes Ringes war weiß und ein Stück davon fiel unter den Horizont. Er ſchnitt einen Bogen von einem andern Kreiſe, der zwiſchen beyden Ringen ſich zeigte und an einigen Stellen am obern Theile ebenfalls lebhafte Regenbogenfarben hatte, ab. Sein Durchmeſſer ſchien doppelt ſo groß als der Durchmeſſer des erſten Ringes zu ſeyn.

Den obern Rand dieſes zweyten Ringes berührte ein viel kleinerer Kreis von den lebhafteſten Regenbogenfarben, das Roth an ſeinem äußern, das Grün an ſeinem innern Umfange oder Rande. Dem Anſcheine nach ſchien dieſer Kreis einen kleinern Durchmeſſer zu haben, als der die Sonne zunächſt umgebende Ring. In ſeinem obern Theile, der zunächſt dem Zenith lag, war er nicht vollſtändig, weil dort der Himmel wolkenlos war. Aber an der Stelle, wo er den größern Ring um die Sonne berührte, waren die Farben von einer bewundernswürdigen Lebhaftigkeit.

Durch den Mittelpunkt der Sonne und durch die beyden in dem der Sonne nächſten Ring liegenden Nebenſonnen ging ein lichtweißer Ring, der überall ziem-

lich gleiche Höhe über dem Horizont, mithin ſeinen Mittelpunkt in einer vom Zenith bis zum Nadir gehenden geraden Linie zu haben ſchien. In dieſem großen Kreiſe ſahe man drey matte weiße Sonnenbilder, jedes 90°, wie es ſchien, von einander, und von der wirklichen Sonne, entfernt. Sie erſchienen und verſchwanden mit den dünnen Schaafwölkchen, auf welchen ſie ſich zu projiciren ſchienen.

Dieſelbe Erſcheinung iſt von mehreren Perſonen wahrgenommen worden, von welchen aber die beobachteten Phänomene nicht völlig übereinſtimmend angegeben wurden. Herr Prof. Kries bemerkt, daß ſie mit derjenigen die größte Aehnlichkeit habe, welche Hevel in Danzig am 20ten Febr. 1661. beobachtet habe.

Auch in Hildburghauſen ſcheint dieſelbe Erſcheinung an dem nämlichen Tage geſehen worden zu ſeyn, wovon die daſelbſt erſcheinende Dorfzeitung (N. 28. des Jahrg. 1824.) einen ausführlichen Bericht erſtattet.

Ueber die Urſache der Entſtehung der Nebenmonde, Nebenſonnen und der dabey ſehr häufig vorkommenden Ringe iſt man bisher noch nicht einig geweſen. Nicht allein die ältern Phyſiker ſondern auch die neuern haben ſie aus den in der Luft ſchwebenden Eisnadeln zu erklären geſucht. Herr Venturi α) zeigt weitläuftig, daß dieſe Erſcheinung in kalten Gegenden beſonders häufig ſey, und ſucht dadurch die Meinung zu begründen, daß Schneekryſtalle ſie hervorbringen. Auch Parry's β) neueſte Beobachtungen zeigen, daß wirklich in den Polargegenden, während des Winters und des Frühlings die Luft von Zeit zu Zeit von dergleichen feinen Eisnadeln angefüllt iſt, die bey heiterem Himmel als Staub herabfallen, während zur Sommerszeit Statt derſelben ſich gewöhnliche Schneeflocken zur Erde ſenken. Gleichwohl

---

α) Commentari sopra la storia e le teorie dell' ottica. Bologna 1814. Tom. I.

β) Zweyte Reiſe zur Entdeckung der nordweſtlichſten Durchfart aus dem atlant. in das ſtille Meer, a. d. Engl. Hamburg 1822. 8.

ſind mehrere Phyſiker der entgegengeſetzten Meinung, und meinen, es entſtehe nicht allein bey warmem Wetter der innere weiße Ring um die Sonne, wo man doch unmöglich an Schneenadeln denken könne, ſondern es blieben auch diejenigen Nebenſonnen, welche man bisweilen mehr als 90° von der Sonne entfernt geſehen habe, nach dieſer Hypotheſe ganz unerklärt. Herr v. Fraunhofer *) ward in den neueſten Zeiten durch ſeine merkwürdigen Verſuche über die Beugung des Lichtes, welche im Weſentlichſten unter dem Artikel: Inflexion des Lichtes (Th. IX. S. 429. ff.), ſind angeführt worden, veranlaßt, die von ihm entdeckten Geſetze des Lichtes zur Erklärung der Höfe, Nebenmonde, Nebenſonnen und andere damit verwandte Meteorie anzuwenden. Aus den ältern und neuern Beobachtungen ergibt ſich, daß, wenn Höfe, Nebenmonden, Nebenſonnen u. d. gl. geſehen werden, gewöhnlich der Himmel leicht mit Dünſten, oder einem dünnen durchſichtigen Gewölke, überzogen iſt. Von den Höfen laſſen ſich beſonders zweyerley Arten unterſcheiden; die eine Art, bey welcher der leuchtende Körper von zwey oder drey ſchwachfarbigen concentriſchen Ringen von verſchiedenen Durchmeſſern umgeben geſehen wird, welche unter einander und an den leuchtenden Körper ſich dicht anſchließen, und welche gewöhnlich Höfe kleiner Art genannt werden; die zweyte Art, wo der leuchtende Körper in einem dunkeln Raume geſehen wird, und in einer großen Entfernung von einem, oft auch zwey farbigen Kreiſen umgeben iſt, und welche Höfe größerer Art heißen. Von den Nebenſonnen werden ebenfalls zweyerley Arten unterſchieden. Bey der einen Art, welche die vertikalen Nebenſonnen heißen, und die nur bey Auf- oder Niedergang der Sonne zu ſehen ſind, beobachtet man ſie in vertikaler Richtung zu beyden Seiten der wahren Sonne, an welche ſie ſich dicht anſchließen. Von der obern Nebenſonne geht ein vertikaler

*) Kaſtner's Archiv. B. V. S. 172. ff.

Lichtſtreifen aus, d. i. eine Feuer- oder Lichtſäule, die ſich bis zu einer beträchtlichen Höhe erſtreckt. Die andere Art, die horizontalen Nebenmonde oder Nebenſonnen, werden immer nur in einer großen Entfernung von leuchtenden Körpern, zu beyden Seiten derſelben geſehen, nämlich in der Entfernung von $22\frac{1}{2}°$, und zwar immer in horizontaler Richtung. Sie ſind gewöhnlich von außen von einem Schweiſe begleitet. Außer den Höfen großer Art, und den horizontalen Nebenſonnen beobachtet man gewöhnlich noch einen durch den leuchtenden Körper gehenden farbenloſen Lichtſtreifen, welcher oft einen ganzen Kreis bildet, und immer mit dem Horizonte parallel läuft, daher er auch der horizontale Kreis genannt wird.

Herr v. Fraunhofer erklärt die Höfe kleinerer Art durch Beugung des Lichts an Rändern der in der Atmoſphäre ſchwebenden Dunſtkügelchen. Er brachte dieſe Erſcheinung auch künſtlich hervor, indem er ſich ſehr kleine Glaskügelchen bereitete, an deren Rändern das Licht nach demſelben Geſetz gebeugt wird, wie an den Rändern kleiner runder Oeffnungen. Mit Hülfe der Gleichung, welche das Geſetz des durch runde Oeffnungen oder an runden Rändern gebeugten Lichts darſtellt, kann ſelbſt der Durchmeſſer der Dunſtkügelchen, welche irgend einen Hof dieſer Art bildeten, in einem hohen Grade genau berechnet werden.

Die Theorie der Höfe größerer Art beſteht nach v. Fraunhofer darin, daß für den erſten und zweyten Hof das Licht in ſehr kleinen ſechsſeitigen Eisprismen gebrochen wird, die ſich in eine ſechsſeitige Pyramide endigen. Für das Minimum der Brechung entwickelte er eine allgemeine Gleichung, und, als er in dieſelbe den Exponenten des Brechungsverhältniſſes des Eiſes und den Winkel ſubſtituirte, welchen bey den genannten Eisprismen die Flächen einſchließen, erhielt er durch Rechnung für den ſcheinbaren Durchmeſſer der Höfe großer Art genau den Winkel, unter welchem ſolche Höfe beobachtet werden.

Die vertikalen Nebenſonnen mit der Lichtſäule brachte v. Fraunhofer künſtlich hervor, indem er die aufgehende Sonne durch ein aus parallelen horizontal laufenden Fäden beſtehendes Gitter, deren Zwiſchenräume $\frac{22}{10000}$ eines Zolles von einander entfernt und vollkommen gleich ſind, beobachtete. Dieſe Erſcheinung entſteht durch gegenſeitige Einwirkung der in den ſchmalen Zwiſchenräumen des Gitters gebeugten Strahlen. Indem man den Weg verfolgt, den jene Strahlen nehmen mußten, welche an den Dunſtkügelchen gebeugt wurden, die in einer mit der Erdoberfläche parallelen Schichte des Dunſtkreiſes liegen, findet man, daß ſie, wenn die Sonne nahe am Horizont ſteht, in vertikaler Richtung ähnlich ſo gegenſeitig auf einander einwirken, wie in dem genannten Gitter, und mithin das Phänomen der vertikalen Nebenſonnen hervorbringen.

Auch die Erſcheinung des horizontalen Kreiſes läßt ſich durch einen Verſuch hervorbringen, wenn man den leuchtenden Gegenſtand durch ein ſehr feines Gitter beobachtet, deſſen parallele Fäden eine im hohen Grade ungleiche Entfernung unter ſich haben, und vertikal laufen. Auch dieſe Erſcheinung entſteht durch gegenſeitige Einwirkung gebeugter Strahlen. Herr v. Fraunhofer zeigte, daß diejenigen Strahlen, welche an den Rändern von ſehr kleinen und unregelmäßig liegenden Eiskryſtallen gebeugt wurden, ſo auf einander einwirken mußten, wie es zur Erzeugung des genannten Phänomens nöthig iſt.

Neigung der Magnetnadel (Zuſ. z. S. 669. Th. VI.). Da es zur genauen Beſtimmung der Inclinationen vorzüglich auf einen guten Neigungscompaß ankommt, bey welchem es aber mit Schwierigkeiten verbunden iſt, eine vollkommen äquilibrirte Neigungsnadel zu erhalten, ſo bemühte ſich der Herr Hofrath **Mayer** *) eine Methode aufzufinden, nach welcher man

*) Commentat. Soc. Reg. Scient. Goetting. recent. ad an. 1814-15. Vol. III. Class. math. p. 3. ſqq.

auch mit nicht äquilibrirten Magnetnadeln die wahre magnetiſche Neigung beſtimmen könne. Wenn nur die Magnetnadel eine ſolche Einrichtung hat, daß ſie ſich vor dem Magnetiſiren in eine beſtimmte Lage ſetzt, ſo läßt ſich, wenn man dieſe kennt, aus der beobachteten Neigung der Nadel nach dem Magnetiſiren die wahre Neigung berechnen. Hiebey fand Herr Mayer, daß eine Neigungsnadel ſchneller und länger ſchwingt und ſicherer zu demſelben Punkte der Theilung nach vollendeten Schwingungen zurückkommt, wenn ihr Mittelpunkt der Bewegung ein wenig von dem Schwerpunkte abweicht, als wenn beyde genau zuſammenfallen.

Die erſte Bedingung eines guten Inclinatorii iſt das genaue Zurückkehren der Nadel zu demſelben Eintheilungspunkte, und die zweyte iſt, daß die Nadel nicht träge ſey. Wäre alsdenn auch die Nadel nicht äquilibrirt, ſo läßt ſich doch aus der beobachteten Neigung der Nadel in dem magnetiſchen Meridian die wahre Neigung derſelben genau berechnen. Zur Erleichterung der Rechnung iſt hiebey beſonders darauf zu ſehen, daß die Nadel vor dem Magnetiſiren ſo eingerichtet werde, daß ſie genau horizontal ſchwebe, und gleichſam, wie ein Wagebalken, auf und niederſchwinge. Die cylindriſche Axe, um welche ſich die Nadel dreht, muß aus dem reinſten, mäßig gehärteten Stahle verfertigt, und ſenkrecht auf der Ebene der Nadel befeſtigt werden. Zur Verminderung der Friction muß die Axe in dünne cylindriſche Spitzen ſich endigen, die auf vollkommen glatten Achate ruhen, welcher da, wo die Spitzen der Axe aufliegen, etwas ausgehöhlt ſeyn muß, damit beym Schwingen der Nadel die Axe nicht aus ihrer Normallage gegen den Limbus kommt. Ob man gleich bey dieſer Einrichtung der Magnetnadel nicht erwarten kann, daß ſie ſich, nachdem ſie magnetiſirt worden iſt, im magnetiſchen Meridian genau in die Richtung der magnetiſchen Kraft ſtellen werde, ſo erhält man dadurch doch den Vortheil, daß ſie ſich nach Vollendung ihrer Schwingungen richtiger an einen be-

ſtimmten Punkt des eingetheilten Randes ſtellt, als gewöhnliche ſogenannte äquilibrirte Nadeln, welche der Ungleichheit der Reibung in ihren unterſchiedenen Lagen mehr unterworfen ſind, weil ſie nicht, wie jene Nadel, ſchon eigenthümliches Moment genug haben, die aus der Reibung entſtehenden Ungleichheiten zu überwältigen.

Wenn die Nadel noch vor dem Magnetiſiren vollkommen äquilibrirt und adjuſtirt iſt, ſo ſind nach Herrn Hofr. Mayer's Methode zwey Beobachtungen, welche in dem magnetiſchen Meridiane ſind angeſtellt worden, hinreichend, die wahre Inclination zu beſtimmen; bey der zweyten Beobachtung muß die Nadel ſo umgekehrt werden, daß die untere Seite die obere wird. Hat man nun in beyden Fällen, die Winkel, welche die Nadel mit der lothrechten Linie macht, genau beobachtet; ſo wird das Mittel aus den Tangenten dieſer Winkel die Cotangente der Neigung ſeyn.

Gebraucht man dagegen eine Nadel, welche nicht vollkommen äquilibrirt und adjuſtirt iſt, oder auf deren Genauigkeit man ſich nicht verlaſſen kann, ſo müſſen vier Beobachtungen angeſtellt werden; zwey in den eben angeführten Lagen, und die beyden andern in den ähnlichen entgegengeſetzten, nachdem man zuvor mit Hülfe eines Magnets die Pole der Nadel umgekehrt hat. Bezeichnet man mit E, e die beyden erſtern, mit F, f die beyden letztern beobachteten Winkel der Nadel mit der lothrechten Linie, ferner die Summen der Tangenten jener beyden Winkel mit A, dieſer beyden mit C, und die Differenz der Tangenten jener beyden Winkel mit B, dieſer mit D, ſo iſt

$$\frac{A.D + B.C}{B + D} = 2.\ \text{cotang. Inclinat.}$$

wovon der Beweis in der Abhandlung des Hrn. Mayer nachzuſehen iſt.

Herr Hofrath Mayer ſtellte nach ſeiner Methode mit drey verſchiedenen Nadeln zur Beſtimmung der Nei-

gung der Magnetnadel in Göttingen im Monat März 1814. Beobachtungen an. Nachdem er mit aller möglichen Sorgfalt den Limbus des Inclinations-Compaſſes in den magnetiſchen Meridian gebracht hatte, fand er mit der erſten vollkommen juſtirten und magnetiſirten Nadel, aus 10 wiederholten Beobachtungen das Mittel der Inclination 69°. Mit der andern Nadel fand er auf dieſelbe Art das Mittel der Inclination 68° 57′, und mit der dritten Nadel auf dieſelbe Art 69° 29′. Hieraus ließ ſich alſo annehmen, daß die mittlere Neigung der Magnetnadel im Monate März 1814. in dem magnetiſchen Meridiane von Göttingen betragen habe 69° 14′.

Der Herr Prof. Schmidt [α]) in Gießen, und der Herr Kapitain des Königl. Artill. Regim. zu London, Edw. Sabine [β]) haben Mayer's Methode geprüft, und ſie unter allen bisher bekannten als die brauchbarſte gefunden, die Neigung der Magnetnadel ſo genau als nur möglich iſt zu beſtimmen. Herr Schmidt bemerkt noch, daß das Umkehren der Pole, welches, ohne die Magnetnadel aus ihren Zapfenlagern zu nehmen, nicht geſchehen kann, leicht, wenn es öfter vorgenommen werden ſollte, Gelegenheit zur Verletzung der feinen Zäpfchen geben könnte, worauf die Nadel ſpielt, und von deren Vollkommenheit größtentheils die Güte des magnetiſchen Neigungscompaſſes abhängt. Er bediente ſich daher der Umkehrung der Pole nur zur Beſtimmung des Winkels, welchen die Linie von dem Unterſtützungspunkte nach dem Schwerpunkte gezogen mit der Axe der Nadel macht, und welcher y heißen mag. Er fand dieſen Winkel, wenn A, C, B und D die vorhin angeführten Bedeutungen behalten, durch folgende Gleichung

$$\text{tang. } y = \frac{A.D + B.C}{2(C - A)}$$, und dann ergab ſich

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXIII. S. 1. ff.
β) Ebendaſelbſt. B. LXXVI. S. 1. ff.

$$\text{tang. Inclinat.} = \frac{D \cdot \cot \cdot y + 2}{C}.$$

Es diente daher die letzte Gleichung, um aus zwey zuſammengehörigen Beobachtungen des Standes der Magnetnadel in dem magnetiſchen Meridian, zwiſchen welche die Fläche des Neigungscompaſſes um 180° gewendet wird, die wahre Neigung der Magnetnadel zu berechnen.

Uebrigens beſchreibt Herr Schmidt einen ſehr einfachen Neigungscompaß, mit welchem er mehrere Verſuche im October 1818 zu Gießen angeſtellt hat. Der Fuß dieſes Inſtruments iſt nämlich eine kreisförmige Scheibe von Mahagoniholz, welche auf drey meſſingenen Schrauben ruhet, und durch dieſelbe mit Hülfe einer Waſſerwaage gehörig horizontal geſtellt werden kann. Aus der Mitte dieſer kreisförmigen Scheibe erhebt ſich eine hölzerne Säule, welche oben und unten in Meſſing gefaßt iſt, und ſich mittelſt eines runden Zapfens um ihre vertikale Axe drehen läßt; dabey gibt ein an der Säule befeſtigter Zeiger, welcher über einen in die hölzerne Fußſcheibe eingelaſſenen und in Grade eingetheilten meſſingenen Bogen hinſpielt, den Abweichungswinkel an, welchen die Fläche des magnetiſchen Neigungscompaſſes mit dem magnetiſchen Meridian macht. An der obern Faſſung der Säule geht nach vorn ein Arm heraus, welcher den eingetheilten Halbkreis des Neigungscompaſſes trägt. Die Eintheilung des Randes geht mittelſt Pünktchen zwiſchen den Theilſtrichen von 10 zu 10 Minuten. Der eingetheilte Halbkreis iſt am Ende des Durchmeſſers doppelt gerahmt, an den beyden äußern Flächen des Rahmens ſind die Träger angeſchraubt, in welche zwey Achatplättchen eingeſchraubt ſind, auf welchen die feinen runden ſtählernen Zäpfchen der Magnetnadel ſich drehen; damit keine Verſchiebung der Zäpfchen nach der Seite Statt finde, ſind die über dem Achatplättchen befindlichen Theile der meſſingenen Träger keilförmig eingeſchnitten. Die Magnetnadel kann zwiſchen dem Rahmen durch frey rund herum vor dem eingetheilten Kreiſe und

der Säule herſpielen. Auf der untern Fußſcheibe ſind zwey meſſingene Dioptern parallel mit der Linie von 0° — 180° des eingetheilten Kreiſes befeſtigt, vermittelſt welcher das Inſtrument in den magnetiſchen Meridian gerichtet werden kann. Wenn man ſich zu dieſer Richtung einer Bouſſole bedienen will, ſo iſt in dieſer Abſicht ein Silberdraht über die Mitte der Diopteru hergeſpannt. Ueber das Ganze wird ein Glascylinder geſtellt, damit das Inſtrument vor Staub und die Bewegung der Magnetnadel gegen ſtörende Luftzüge geſichert ſey.

Herr Schmidt hatte mittelſt zweyer Nadeln mit dieſem Neigungscompaſſe eine Reihe von Beobachtungen im Octob. 1818 angeſtellt, aus welchen ſich in den Wintermonaten 1818 die Neigung im Mittel 68° 56′,4, dagegen am Ende des Aprils 1819 die Neigung 69° 29′,3′ ergab. Es war daher vom Ende des Jahres 1818 bis zum Frühjahre des Jahres 1819 die Neigung der Magnetnadel um 33′ vergrößert.

Herr Sabine hatte ſich von dem Herrn Dollond eine Nadel von der Conſtruction des Herrn Mayer verfertigen laſſen, und bemerkt, daß ſie durch Einfachheit der Conſtruction, Zweckmäßigkeit für den Gebrauch, und das Zuſammenſtimmen der Reſultate, den Vorzug vor allen andern bisher gebrauchten zu verdienen ſcheine. Dollond war blos bey Verfertigung dieſer Nadel in einigem Wenigen von Mayer's Vorſchriften abgewichen. Sie beſtand aus einem $11\frac{1}{2}$ Zoll langen, $\frac{4}{10}$ Zoll breiten, und $\frac{1}{12}$ Zoll dicken Parallelepiped mit abgerundeten Enden. Eine gerade Linie, welche auf ihrer obern Seite durch den Mittelpunkt von einem Ende zum andern gezogen war, diente als Index. Die cylindriſche Axe, mit welcher die Nadel auflag und ſich drehte, beſtand aus Glockenmetall, und endigte ſich in Cylinder von kleinerem Durchmeſſer, mit welchen ſie auf den Achatplättchen lag. In der untern Fläche der Nadel war, ſo genau als möglich, ſenkrecht auf die Indexlinie und im Mittelpunkte

der Bewegung, eine kleine ſtählerne Schraubenſpindel angebracht, auf die ſich eine der durchbohrten kleinen Meſſingkugeln, von welchen mehrere von verſchiedener Größe vorhanden waren, aufſchrauben, und der Nadel mehr oder minder nähern ließ, damit man den Schwerpunkt der Nadel mehr oder weniger tief unter die Axe der Drehung bringen konnte. Dadurch kam man dem Erd-Magnetismus mit dem Gewichte der Nadel zu Hülfe, um die kleinen Ungleichheiten der Axe zu überwinden, und erhielt den Vortheil, daß ſie beym Schwingen mit mehr Sicherheit an den Punkt, bey dem ſie ſtand, zurückkam, als wenn man den Mittelpunkt der Schwere in den der Bewegung verſetzte.

Den Neigungscompaß, in welchem die Nadel ſpielte, hatte Sabine bereits im Jahre 1819 [α]) beſchrieben, und nachher an ſelbigem noch einige Verbeſſerungen angebracht [β]). Der Kreis war bis auf 20 Minuten eingetheilt, und mittelſt einer verſchiebbaren Loupe ließen ſich die Winkel, unter welchen ſich die Nadel in Ruhe ſetzte, bis auf einzelne Minuten mit erträglicher Genauigkeit ableſen. In jeder der vier Lagen der Nadel, welche zur Beſtimmung der Neigung zu beobachten waren, wurde das Mittel aus mehreren (gewöhnlich ſechs) Beobachtungen genommen; bey der einen Hälfte derſelben war der Limbus des Kreiſes nach Oſten, bey der andern Hälfte nach Weſten zu gekehrt, und zwiſchen je zwey Beobachtungen wurde die Nadel abgehoben und dann wieder langſam niedergelaſſen.

Bey den Beobachtungen, welche Sabine im Auguſt des Jahres 1821. anſtellte, gebrauchte er 8 kleine Meſſingkugeln von verſchiedener Größe, die er an die kleine Schraubenſpindel an der untern Fläche der Nadel anſchrauben konnte. Aus allen ſeinen Beobachtungen ergab ſich die Neigung der Magnetnadel im Mittel 70° 3′

α) Gilbert's Annalen. B. LXXVI. S. 1. u. f.
β) Parry's Entdeckungsreiſe. S. 139.

zu London. Verglich er ſeine Beobachtungen mit den ältern beſonders von Gilpin und Cavendiſh zu London angeſtellten Beobachtungen über die Neigung der Magnetnadel, ſo ließ ſich für das Jahr 1774 das Mittel 72° 25′ als die beſte Annäherung betrachten. Es ergab ſich alſo daraus, daß die mittlere jährliche Abnahme der Neigung von 1774 bis 1821 auf 3′,02 betrage. Verbinde man hiemit nun noch die von Whiſton gemachte Beſtimmung der Neigung in London im Jahre 1720 zu 75° 10′, welches für die Jahre von 1720 bis 1774 eine mittlere jährliche Verminderung der Neigung von 3′,05 betrage, ſo ergebe ſich nur eine Differenz von 0′,03, welche zwiſchen der jährlichen Abnahme von 1774 bis 1821 und der von 1720 bis 1774 ſtatt finde.

Eine vollſtändige Tafel der Neigung der Magnetnadel für verſchiedene Orte der Erde, nebſt den Namen der Beobachter, der Beobachtungszeit, und der geographiſchen Breite und Länge des Beobachtungsortes findet man beym Hanſteen *).

Nach den älteſten und neueſten Beobachtungen, welche zu Waſſer und zu Lande über die Neigung der Magnetnadel an verſchiedenen Orten der Erde ſind angeſtellt worden, kann man wohl folgendes daraus gezogene Reſultat ſicher annehmen: die nördliche Neigung nimmt in Nordamerika zu, in Europa ab, allein in öſtlichen Aſien und bey Japan wieder zu; die ſüdliche Neigung nimmt bey Südamerica ab, iſt um das Vorgebirge der guten Hoffnung beſtändig, und nimmt bey den Sundainſeln und Neuholland ab.

Daß die Urſache der Neigung der Magnetnadel in der magnetiſchen Kraft der Erde zu ſuchen ſey, war ſchon längſt aus den Beobachtungen bekannt; allein man war noch nicht im Stande, das Geſetz aufzuſtellen, nach

*) Unterſuchungen über den Magnetismus der Erde. Th. I. Chriſtiania. 4. Anhang. S. 41. ff. III. Tafel.

welchem die magnetiſche Kraft auf die Neigungsnadel wirke. Coulomb [α]) bewies, daß die Schwingungen der Neigungsnadel ſich nach dem Pendelgeſetze richten, und ſich daher die magnetiſchen Kräfte wie das Quadrat der Anzahl der Schwingungen in gleich großen Zeiten verhalten. Dieſem zu Folge würde alſo das ſicherſte Mittel zur Auffindung der Veränderung der magnetiſchen Kräfte dies ſeyn, wenn man eine und dieſelbe Neigungsnadel an verſchiedenen Orten in gleichviel Zeiteinheiten ſchwingen ließe. Eine Reihe von Beobachtungen dieſer Art ſind aber erſt von dem Herrn v. Humboldt bekannt geworden [β]). Dieſer und Herr Biot ſtellten gemeinſchaftlich über dieſen Gegenſtand Unterſuchungen an, und fanden in der Vorausſetzung, daß in der Axe des magnetiſchen Aequators zwey Punkte anziehender und abſtoßender Kräfte dem Mittelpunkte der Erde unendlich nahe liegen, Gleichungen für die Neigung der Magnetnadel, aus welchen ſich die Werthe mit den beobachteten Neigungen ziemlich übereinſtimmend ergaben. Allein in Hinſicht der Intenſitäten des Erd-Magnetismus, welche an verſchiedenen Orten der Erde waren beobachtet worden, genügte dieſe Hypotheſe nicht, und in Beziehung auf die Abweichung der Magnetnadel war ſie ganz unzugänglich. Biot hatte bey dieſen Berechnungen angenommen, daß der magnetiſche Aequator ein größter Kreis der Erdkugel ſey. Da nun die Lage des magnetiſchen Aequators oder der Linie ohne Neigung das Haupt-Datum bey dieſen Unterſuchungen war, ſo muſterte er von neuem die Beobachtungen durch, worauf ſie beruhet, und fand, daß der magnetiſche Aequator keinesweges von einer ſo einfachen, einem Kreiſe ſo nahe kommenden Geſtalt ſey, als man bis dahin faſt allgemein angenommen hatte; und daß er den Aequator der Erde wenigſtens an drey, vielleicht ſelbſt an vier verſchiedenen Stellen durchſchnei-

α) Biot's Lehrbuch der Experimentalphyſik. B. III. S. 32.
β) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXVIII. S. 257. ff.

det. Außerdem ſchien die Vergleichung der Beobachtungen darauf zu führen, daß die Inflexion des magnetiſchen Aequators in der Südſee, von einer örtlichen, dem dort liegenden Theile der Erdkugel eigenthümlichen Urſache abhange, durch deren Einwirkung die von der allgemeinen Urſache begründeten Neigungen in den Gegenden nördlich von dem Erd-Aequator vermehrt, in den Gegenden ſüdlich von demſelben aber vermindert werden. **Biot** ſuchte aus den bekannten Beobachtungen die Größe dieſer Einwirkung zu beſtimmen, und er fand, daß ſie im Vergleich mit der Haupturſache in dem Erdkörper nur klein zu ſeyn brauche, um dem Zahlenwerthe nach die Neigungen, Abweichungen und die Veränderungen in der Stärke der magnetiſchen Kraft, genau ſo darzuſtellen, wie ſie von der Südſee ab bis nach Europa beobachtet worden ſind. Da aber nach den damaligen Reiſeberichten keine hinreichende Beobachtungen vorhanden waren, um die Krümmung des magnetiſchen Aequators in der Südſee mit Sicherheit beſtimmen zu können, ſo glaubte er bloß mit Ueberzeugung behaupten zu können, daß bey dem Zuſtande des Stillſtehens der Veränderungen, worin ſich jetzt gerade der Erd-Magnetismus zu befinden ſchien, die mittlere und bleibende Richtung der Magnetnadel an irgend einem Orte ſich darſtellen laſſe, als Hauptwirkung zweyer einander unendlich naher magnetiſchen Mittelpunkte, die ſich im Mittelpunkte der Erdkugel ſelbſt befinden, oder demſelben wenigſtens ſehr nahe ſind, und als Modification dieſer Hauptwirkung durch Mitwirkung mehrerer ähnlicher, vergleichungsweiſe viel ſchwächerer magnetiſcher Mittelpunkte, deren Vertheilung und Kraft aus den Beobachtungen zu ſchließen ſind.

Da nun hiedurch nur eine einzige Inflexion des magnetiſchen Aequators in der Südſee dargethan war, und andere beſondere Unterſuchuugen für die andern Theile dieſes Aequators noch nicht angeſtellt worden waren, ſo hatte es Herr **Morlet** unternommen, dieſen wichtigen Ge-

genſtand in einer eigenen Abhandlung zu erörtern *), worin er mittelſt einer ſcharfſinnigen Interpolations-Methode die genauere Lage des magnetiſchen Aequators aus den bekannten Beobachtungen an verſchiedenen Orten der Erde zu entwickeln ſuchte. Er entdeckte außer der von Biot angeführten Inflexion noch eine zweyte, nicht weniger merkwürdige im chineſiſchen Meere, und er wies die Lage des magnetiſchen Aequators oder die Linie ohne Neigung vollſtändig rund um die Erde mit einer Genauigkeit und Gewißheit nach, wie dies noch von niemanden vor ihm geſchehen war. Wenn an einem Orte die Neigung unbedeutend iſt, ſo kann ſich derſelbe nur in einem kleinen Abſtande von dem magnetiſchen Aequator befinden. Wäre nun an demſelben Orte auch die Abweichung der Magnetnadel, mithin auch die Richtung des magnetiſchen Meridians bekannt, ſo liegt in dieſem auch irgendwo ein Punkt des magnetiſchen Aequators, und der Abſtand dieſes Punktes von dem Orte der Beobachtung wird durch einen Bogen desjenigen größten Kreiſes, der in der Vertikalebene liegt, und dort durch den magnetiſchen Meridian geht, gemeſſen. Dieſen Bogen betrachtet Morlet als magnetiſche Breite in dem Syſtem zweyer magnetiſcher Mittelpunkte und beſtimmt ihn aus der Bedingung, daß die Tangente deſſelben die Hälfte der Tangente der beobachteten Neigung ſey. Nach dieſer ſeiner Beſtimmung hat die Linie ohne Neigung folgende Lage: ſie durchſchneidet den Erd-Aequator das erſte mal auf der Weſtküſte Africa's in ungefähr 10° öſtlicher Länge von Paris; nach Weſten zu wird Anfangs ihr Abſtand von dem Erd-Aequator nach Süden zu immer größer, bis dieſer ſüdliche Abſtand unter 28° weſtlicher Länge von Paris ſein Maximum 14° 10′ betragend erreicht, von hier an nähert ſie ſich fortwährend dem Aequator der Erde wieder, zieht ſich dann ohne Neigung durch Südamerika, und iſt unter 100° weſtlicher Länge von Paris, im ſtillen Meere

*) Biot's Lehrbuch der Experimentalphyſik. B. III. S. 76. f.

100 franzöſiſche Meilen weſtlich von den Gallipagos-Inſeln, dem Erd-Aequator wieder ganz nahe. Hier aber fängt ſie an ſich zu biegen, wird dem Aequator der Erde immer mehr und mehr parallel, und ſtatt ihn zu durchſchneiden, kommt ſie bloß mit ihm in Berührung, in 120° weſtlicher Länge von Paris; worauf ſie wieder nach Süden zurückweicht, bis ſie ihr zweites Maximum ſüdlicher Abweichung in 3° 13′ ſüdlicher Breite und 164° weſtlicher Länge von Paris erreicht, das iſt in einem Meridiane, der ziemlich in der Mitte zwiſchen den Freundſchafts-Inſeln und Societäts-Inſeln liegt. Sie nähert ſich dann dem Aequator wieder, doch ſehr allmählig; durchſchneidet ihn in 186° weſtlicher oder 174° öſtlicher Länge von Paris, unweit des Meridians der Mulgraves-Inſeln, und erreicht darauf in der Nähe eines der Meridiane, die durch die Philippiniſchen Inſeln gehn, das erſte Maximum ihrer nördlichen Breite, von der Größe 8° 57′. Von hier geht ſie etwas nach Süden wieder zurück, doch findet ſich bald in ihr ein Minimum ein, in 7° 44′ nördlicher Breite, am Eingange des Meerbuſens von Siam, etwas ſüdlich von der Inſel Condor, unter 108° öſtlicher Länge von Paris. Während ſich der magnetiſche Aequator nun aufs Neue von dem Erd-Aequator weiter nördlich entfernet, zieht er ſich durch den Meerbuſen von Bengalen, und über die Südſpitze Indiens diſſeits des Ganges weg, in das Arabiſche Meer, und hier befindet ſich ſein zweytes Maximum nördlicher Breite von der Größe 11° 47′ unter 61° öſtlicher Länge von Paris. Darauf nähert er ſich dem Erd-Aequator aufs Neue, tritt etwas ſüdlich von der Meerenge Babel Mandeb (der Mündung des rothen Meeres) in Africa an, und ſelbſt in dem unbekannten Innern dieſes Erdtheils läßt ſich ſein Lauf aus vielen im Meere und in Aegypten gemachten Beobachtungen, ja ſelbſt aus denen vom Vorgebirge der guten Hoffnung nachweiſen. Endlich durchſchneidet er den Erdäquator an der Weſtküſte Africa's wieder in dem Punkte, von welchem aus ſein Gang bisher verfolgt iſt

Herr Biot hatte ſeitdem dem Herrn Morlet eine Menge beobachteter Abweichungen und Neigungen der Magnetnadel mitgetheilt, unter welchen diejenigen die vorzüglichſten waren, welche ſich in Dalrymple's Reiſen befinden. Eine Prüfung beſtätigte die Beſtimmungen des Herrn Morlet auf eine ſehr befriedigende Weiſe.

Uebrigens ſchien Herrn Biot ſeine geäußerte Meinung durch Morlet's Entwickelungen beſtätigt zu werden, daß nämlich die gleichzeitigen Erſcheinungen des Erd-Magnetismus Wirkungen ſind, einer der ganzen Erdkugel gemeinſchaftlichen Haupturſache, und die bloß in verſchiedenen Gegenden durch ſchwache ſtörende Urſachen modificirt werden.

Um dieſelbe Zeit beſchäftigte ſich auch der Herr Prof. Hanſteen mit Unterſuchungen über den Erd-Magnetismus, wodurch er ſein bereits angeführtes lehrreiches Werk zu Stande brachte. Aus den Beobachtungen, welche ihm zu dieſer Zeit zu Gebote ſtanden, glaubte er, daß ſich die Abweichung, die Neigung der Magnetnadel, und die Stärke der magnetiſchen Kraft an den verſchiedenen Stellen der Erde durch die Annahme zweyer magnetiſchen Axen wenigſtens näherungsweiſe erklären laſſen. Seinen weitläuftigen Rechnungen zu Folge ſchien ihm die Hypotheſe von zwey excentriſchen cylindriſchen Magnetaxen, welche dem dritten Theile oder der Hälfte des Erddurchmeſſers gleich ſind, und mithin nicht bis an die Erdoberfläche reichen, allen magnetiſchen Erſcheinungen am beſten zu genügen, ob er gleich die gehörige Entwickelung dieſer Hypotheſe, und die nöthigen Formeln für dieſe cylindriſchen Magnetaxen der künftigen Forſchung überlaſſen hat. Zuletzt wirft er nur noch folgende drey Fragen auf, und ſucht ſie kürzlich zu beantworten:

1. Warum reichen die Magnetaxen nicht bis auf die Erdoberfläche?

2. Wie wird die zweyfache magnetiſche Differenz im Innerſten der Erde erregt?

3. Wie ſollen wir uns die Möglichkeit der Bewegung der Magnetaxen denken, und welches iſt die Urſache dieſer Bewegung?

Die Beantwortung der erſten Frage iſt nach Hanſteen dieſe: der Innere Kern der Erde iſt eine metallene Kugel, deſſen Halbmeſſer zwiſchen $\frac{3}{4}$ und $\frac{5}{10}$ des Erdhalbmeſſers iſt; dieſe Kugel muß aus einem der drey Metalle, Eiſen, Nickel oder Kobalt beſtehen, welche der magnetiſchen Kräfte in einem bedeutenden Grade empfänglich ſind. In Anſehung der Beantwortung der beyden andern Fragen ſcheint es Herrn Hanſteen möglich, daß durch das Wechſelverhältniß, welches zwiſchen der Sonne und allen Planeten und zwiſchen leztern und ihren Monden Statt findet, in jedem dieſer Globen, ſofern deſſen Beſtandtheile ſolches geſtatten, ein magnetiſcher Gegenſatz erregt werden könne, in einer Richtung, welche abhängig ſeyn muß von der Lage der Umdrehungsaxe gegen die Fläche der Bahn. Jeder der Planeten könnte alſo in der Sonne eine eigene magnetiſche Axe erzeugen; da aber ihre Bahnen nur kleine Winkel wechſelſeitig mit einander und dem Sonnenäquator machen, ſo fallen dieſe magnetiſchen Axen vielleicht insgeſammt mit der Umdrehungsaxe jener zuſammen. Die Planeten, welche ohne Monden ſind, würden alsdenn nur eine magnetiſche Axe haben, die übrigen allemal eine Axe mehr als ſie Monden haben, ſofern dieſe verſchiedenen Axen wegen des gegenſeitigen geringen Winkelabſtandes der Mondbahnen nicht etwa in eine einzige zuſammenſielen. Die koniſchen Bewegungen der Rotationsaxen der Planeten um die Pole der Ecliptik verbunden mit der rotirenden Bewegung der Bahnen um die Aequatorialfläche der Sonne möchte dann vielleicht die veränderte Lage der Axen erklären. Uebrigens iſt er der Meinung, daß die große von ihm gefundene Magnetperiode, nach deren Verlaufe beyde Magnetaxen wieder dieſelbe Lage haben, vielleicht (welches aber doch etwas

zweifelhaft ſcheine) mit der Präceſſionsperiode der Nachtgleichungspunkte einerley ſeyn könne.

Auf einer andern in den Jahren 1817 bis 1820 in wiſſenſchaftlichen Zwecken angeſtellten Seereiſe um die Welt unter dem Königl. Schiffskapitain Louis v. Freycinet *) ward beſonders eine genauere Unterſuchung über die Geſetze des Erd-Magnetismus beabſichtigt. Die ſehr genauen und zahlreichen Beobachtungen wurden theils während des Aufenthalts an den Landungsörtern, und theils regelmäßig während der Schifffahrt am Bord des Schiffs angeſtellt. Die erſtern, beſonders ſchwierigen und feinen Meſſungen der magnetiſchen Neigungen ſcheinen unter allen bekannten dieſer Art die vollkommenſten zu ſeyn. Aus allen dieſen Beobachtungen ging hervor, daß die krummen Linien gleicher Abweichung, und die Curven gleicher Neigung und gleicher magnetiſcher Kraft auf der Erdoberfläche eine ſolche ſonderbare Geſtalt haben, daß es kaum erlaubt iſt, Punkte durch Einſchaltung auf ihnen zu beſtimmen. Es iſt daher kein anderes Mittel über ſie zu etwas Zuverläſſigem zu gelangen, als die Beobachtungen möglichſt zu vervielfältigen.

Vermöge der Neigungs-Beobachtungen des Herrn v. Freycinet wird die beſondere Beugung des magnetiſchen Erdäquators in der Südſee beſtätigt, welche aus den Beobachtungen von Cook hervorging.

Die bisher bekannten magnetiſchen Erſcheinungen ließen mit großer Wahrſcheinlichkeit ſchließen, daß ſie magnetiſche Wirkungen ſind, welche vom Mittelpunkte aller magnetiſchen Kräfte der Erde herrühren. Ob nun aber im Innern der Erde ein wirklicher Magnetkern ſich befinde, oder ob die magnetiſchen Phänomene als eine Geſammtwirkung aller in der Erde zerſtreueten Theile abzuleiten ſind? kann nicht mit Sicherheit beſtimmt werden. Nach Biot ſcheint die letztere Annahme mehr für

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXX. S. 84. ff.

ſich zu haben. Was die ſekundairen Mittelpunkte betreffe, ſo würden ſie ſich alsdenn aus dem Vorwiegen einiger örtlichen Anziehungen ergeben. In der That zeigten auch die Beobachtungen unbezweifelt, daß das Geſammt-Syſtem der magnetiſchen Neigungen, Abweichungen und Intenſitäten ſehr merklich, und mannichmal auf eine ganz plötzliche und unregelmäßige Weiſe, durch die Nähe großer Bergketten modificirt werde. Dies ſcheine auch in Uebereinſtimmung mit der ſonderbaren Biegung zu ſeyn, welche der magnetiſche Aequator bey den zahlreichen Inſelgruppen der Südſee zeige. Bekanntlich ſeyn die Inſeln, womit dieſes Meer überſäet iſt, nichts anders als die Gipfel ſehr hoher Berge, welche blos mit der Spitze aus der Tiefe eines ſonſt bodenloſen Oceans heraufreichten. Wenn ein großer Theil ihrer Maſſe, wie ſehr geachtete Naturforſcher geglaubt hätten, durch die Wirkung unterirdiſcher Feuer hervorgebracht oder geformt worden ſey, ſo würde das Syſtem dieſer Inſeln die ausgedehnteſte vulkaniſche Kette, welche auf der Erde vorhanden ſey, bilden. Dann fände ſich in allen den Unregelmäßigkeiten, die durch dies Syſtem in den allgemeinen Geſetzen des Erd-Magnetismus hervorgebracht würden, nichts, was ſich nicht ganz einfach mit den ſonſt beobachteten Erſcheinungen in vulkaniſchen Gegenden in Uebereinſtimmung bringen ließe. Denn nothwendig habe die Wirkung der unterirdiſchen Feuer den chemiſchen Zuſtand und die natürliche Anordnung der Eiſentheilchen an den Orten, wo ſie ſich äußerte, verändern müſſen, was nicht geſchehen konnte, ohne eine Störung in der Richtung der Magnetnadel und eine Modification der allgemeinen Wirkung der Erde an dieſen Orten zur Folge zu haben. Es wäre daher wohl möglich, daß der beſondere magnetiſche Mittelpunkt im Südmeer von ſolchen Urſachen herrühre.

Seitdem endlich durch Oerſted's Entdeckung die magnetiſche Wirkung mit der galvaniſch-elektriſchen Wirkung in der genaueſten Verbindung zu ſeyn ſcheint, ſo ſind

auch die Anſichten zur Erklärung der magnetiſchen Wirkungen der Erde von den bisherigen gar ſehr geändert worden, wovon die Artikel: **Abweichung der Magnetnadel** (Th. VIII. S. 9. ff.) und **Elektro-Magnetismus** (Th. IX.) nachzuleſen ſind.

Nickel (Zuſ. zu S. 736. Th. III.). Dieſes von **Cronſtedt** entdeckte Metall läßt ſich ſehr ſchwer reinigen und iſt magnetiſch. Es kommt gewöhnlich in Verbindung mit Arſenik, mit ſeinem ſehr feſten Begleiter dem Kobalt und Schwefel vor. Gewöhnlich wird dies Metall aus ſeiner Schwefelverbindung, dem **Kupfernickel** der Deutſchen, gewonnen, wo ihm gewöhnlich Arſenik, Kobalt, Eiſen und Schwefel beygemiſcht iſt. Um den Schwefel und Arſenik auszutreiben, wird das Erz zuerſt geröſtet, dann mit 2 Theilen ſchwarzem Fluß in einem Schmelztiegel vermiſcht, mit ſalzſaurem Natron bedeckt, und in einem Schmiedeofen erhitzt. Das auf dieſe Art gewonnene Metall iſt noch immer ſehr unrein, und muß in verdünnter Salpeterſäure aufgelöſet, dann bis zur Trockniß abgedampfet werden. Nachdem dies Verfahren mehrere Male wiederholt worden iſt, wird der Rückſtand in einer Auflöſung von Ammonium aufgelöſet, welches völlig frey von Kohlenſäure iſt. Die Auflöſung wird wiederum bis zur Trockniß abgedampft, dann mit 2 oder 3 Theilen ſchwarzem Fluß vermiſcht, und in einem Schmelztiegel über $\frac{1}{2}$ Stunde lang einer ſehr heftigen Hitze ausgeſetzt.

Das ganz reine Nickel, wenn es völlig kobaltfrey iſt, hat eine ſilberweiße Farbe, iſt in der Luft unveränderlich und ſo wohl kalt als beym Rothglühen vollkommen geſchmeidig, ſo daß man es in dünne Bleche von $\frac{1}{100}$ Zoll ausgewalzt und zu Draht von $\frac{1}{50}$ Zoll im Durchmeſſer gezogen hat. Beynahe iſt es ſo ſtrengflüſſig als das Mangan; ſein ſpecifiſches Gewicht iſt nach **Richter** 8,279, und das des geſchmiedeten 8,82. Es iſt magnetiſch, nimmt und behält die magnetiſche Kraft, ſo daß es zu Compaſſen gebraucht werden kann. Bey

einer ſehr hohen Temperatur entzündet ſich das Nickel im Sauerſtoffgas z. B. wenn man es auf eine glühende Kohle legt, und Sauerſtoffgas darauf leitet. Chenevix hatte die Beobachtung gemacht, daß ein ſehr kleiner Theil Arſenik verhindert, daß der Nickel vom Magnet angezogen werde. Daher kann man mit Sicherheit auf die Anweſenheit von Arſenik ſchließen, wenn der Magnet keine Anziehungskraft auf den Nickel äußert.

Noch iſt es nicht beſtimmt entſchieden, wie viele Oxydationsſtuffen das Nickel hat. Mit Genauigkeit kennt man nur ein Oxyd und zwey Superoxyde. Nach Buchholz's Verſuchen ſcheint es wahrſcheinlich, daß es einen Oxydul hat, und nach denen von Tupputi, daß es auch ein Suboxyd giebt.

Das Suboxyd ſoll man erhalten, wenn Nickelſpäne auf einem Thonſcherben ausgebreitet und einer Hitze von 20 bis 24 Pyrometergraden ausgeſetzt werden. Dabey werden ſie in ein dunkelbraunes Pulver verſetzt und nehmen etwa um 5 p. C. am Gewicht zu. Dieß dunkle Pulver wird vom Magnet gezogen, und mit Entwickelung von nitröſem Gas in Salpeterſäure aufgelöſet.

Das Oxydul erhält man nach Buchholz, wenn ſalzſaures Nickeloxyd in Deſtillationsgefäßen bis zum Sublimiren erhitzt wird. Dabey entwickelt ſich oxydirt ſalzſaures Gas, und ſublimirt ſich ein goldgelbes glänzendes Salz. Dieſes Salz ſoll ſalzſaures Nickeloxydul ſeyn.

Das Oxyd gewinnt man, wenn das Metall in concentrirter Salzſäure oder in Salpeterſäure aufgelöſet und das Oxyd mit Alkali niedergeſchlagen wird; oder wenn Nickel in der Glühehitze durch Salpeter oxydirt, oder wenn ſalpeterſaures Nickel während des Glühens zerſetzt wird. Es hat eine dunkle, aſchgraue Farbe, iſt nicht magnetiſch, wird von Säuren leicht aufgelöſet, in kauſtiſchen Alkalien aber iſt es unauflöslich.

Das erſte Superoxyd erhält man, wenn ſalpeterſaures Nickeloxyd bey einer nicht zum Glühen erforder-

lichen Temperatur zerſetzt wird. Es hat eine ſchwarze Farbe. Es zerſetzt ſich und entbindet Sauerſtoffgas ſo wohl in der Glühehitze, als wenn es mit Schwefelſäure oder Salpeterſäure übergoſſen und digerirt wird.

Das zweyte Superoxyd, eine Entdeckung von Thenard, gewinnt man, wenn Nickeloxydhydrat, eine Verbindung des Nickeloxyds mit Waſſer, mit dem Superoxyd des Waſſerſtoffs behandelt wird. Von Farbe iſt es ſchmutzig hellgrün.

M. ſ. neues allgemeines Journal der Chemie. B. II. S. 53. ff. S. 282. ff. B. III. S. 244. ff. Berzelius Lehrbuch der Chemie, aus d. Schwed. überſ. von Blöde und Palmſtedt B. II. S. 520. ff.

Nitricum ſ. Stickſtoff.

Nordlicht (Zuſ. z. S. 755. Th. III.). Dem Bericht, welchen der ältere Gmelin über das Getöſe, Ziſchen und Brauſen bey ſehr lebhaften Nordlichtern abſtattet, haben mehrere neuere Beobachter gänzlich widerſprochen. So führt Patrin α) an, daß Gmelin's Erzählung ein bloßes Mährchen ſeyn, welches ihm blos nach Hören-Sagen bekannt geworden. Seine Liebe zum Wunderbaren habe ihm die Veranlaſſung gegeben, dies nur anzuführen, um ſeine Erzählung mehr zu beleben. Bey drey Nordlichtern, die er ſelbſt geſehen und beobachtet habe, erwähne er keines Geräuſches. Pallas, der ſechs Jahre in Sibirien zugebracht habe, und er ſelbſt bey ſeinem 9jährigen Aufenthalte in Sibirien, hätten nie ein Nordlicht mit Geräuſch geſehen. Selbſt der Biſchoff Egede, welcher 15 Jahre in Grönland gelebt, und der Prediger Horrebode, von dem wir Beſchreibungen von 116 Nordlichtern beſäßen, führten nicht im geringſten an, daß ſie bey dieſen leuchtenden Meteoren ein Geräuſch und ein Kniſtern gehört hätten. Dagegen berichtet aber Herr Biot β) daß Herr Edmonſton

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXVII. S. 346. ff.
β) Lehrbuch der Experimentalphyſik. B. III. Leipz. 1825. 8. S. 99.

das Geräuſch des Nordlichtes mit denſelben Charaktern, als Gmelin, beſchrieben habe. In einem Briefe an ihn, in welchem Edmonſton von einem großen Nordlichte, das er am 1ten Novemb. 1818 in Umſt, einer der Shetländiſchen Inſeln, beobachtete, Nachricht ertheilte, führt er an, er habe gerade zwey glaubwürdige Perſonen in ſeinem Hauſe, welche auf der Fahrt von London nach den Shetländiſchen Inſeln vom Winde bis $63\frac{1}{2}$ Grad Breite, mithin faſt bis zur Höhe von Island hinaufgetrieben worden ſeyn, als dies Nordlicht begann. Es machte ein ſolches Geräuſch, daß die Matroſen ſich fürchteten, auf dem Verdeck zu bleiben, und verbreitete ein ſo ſtarkes Licht, daß es hinreichte, um dabey den Seecompaß zu beobachten. Dieſen Zeugniſſen zu Folge glaubt Herr Biot wohl mit Recht, daß dies Meteor mannichmal ſo tief herabkomme, daß es hörbar werde. Die neueſten Beobachtungen über dieſes glänzende Phänomen, welche zum Theil auf der Entdeckungsreiſe zu Lande nach dem Polar-Meere unter dem Kapitain Franklin während des Winter-Aufenthaltes $18\frac{20}{21}$ unweit des Kupferminen-Fluſſes von dem Lieuten. Hood und von dem D. Richardſon α), und zum Theil von D. Thienemann β) in den Jahren 1820 und 1821 in Island ſind gemacht worden, erwähnen nichts von einem Geräuſche oder Kniſtern, obgleich die Menge der beobachteten Nordlichter ſehr beträchtlich war. Erſterer bemerkte zwar bey einem Nordlichte am 11ten März 1821 in den Theilen eines Streifens von gelblichgrauem Lichte eine ſchwache innere Bewegung, welche in einem heller und dunkler Werden beſtand, wobey zugleich in Zwiſchenräumen von 5 bis 10 Minuten ein Geräuſch gehört wurde, als wenn mit einem Stabe ſchnell durch die Luft geſchlagen würde, welches von verſchiedenen Theilen des Himmels auszugehen, und mit dem Aufglänzen des Nordlichtes in Ver-

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXXV. S. 1. ff.
β) Ebendaſelbſt. S. 59. ff.

bindung zu ſtehen ſchien; allein nach genauerer Unterſuchung ergab ſich, daß dies Geräuſch durch das Zuſammenziehen des Schnees bey ſchneller Zunahme der Kälte entſtanden war, indem man daſſelbe auch noch am folgenden Morgen hörte, bey gänzlicher Verſchwindung des Nordlichtes. Er führt überhaupt an, daß er nie ein Geräuſch gehört habe, von dem ſich mit Zuverläſſigkeit hätte behaupten laſſen, daß es von dem Nordlichte herrühre. Das einſtimmige Zeugniß der Eingebornen aber, ſowohl der Creeks, Kupfer-Indianer und Esquimaux, als auch aller ältern Reſidenten in dieſen Gegenden, beſtimmten ihn zu glauben, daß die Bewegung deſſelben zuweilen hörbar ſey. **Thienemann** verſichert dagegen, nie ein Geräuſch bey einem Nordlichte in Island gehört zu haben; auch habe er von keinem derjenigen, welche in Island viele Jahre und in großer Stärke dieſe Erſcheinung beobachtet hätten, ein Zeugniß von dem Geräuſche bey Nordlichtern erhalten können.

Nach **Hood** läßt ſich die Geſtalt, in welcher das Nordlicht über den Horizont hervortritt, und die, welche es bey ſeinem Fortſchreiten über den Himmel annimmt, unter zwey allgemeine Beſchreibungen bringen. Zur erſten Claſſe rechnet er die, welche Anfangs wie Regenbogen oder andere Bogen erſcheinen. Sie ſteigen dann aufwärts, wobey ihr mittlerer höchſter Theil immerfort im magnetiſchen Meridian bleibt, oder ſich einige Grade öſtlich oder weſtlich von demſelben dieſem parallel fortbewegt. Selten ſind zugleich mehr als 5 ſolche Bogen, und ebenfalls iſt ſelten nur einer zu ſehen. Nie iſt die Höhe auch des niedrigſten, wenn man ihn zuerſt erblickt, unter 4°. Beym höhern Hinaufziehen wird der Abſtand ihres öſtlichen und weſtlichen Endes (am Horizonte) größer, und die Bogen werden in dem Zenithe unregelmäßig-breite Ströme, von welchen jeder den Himmel in zwey ungleiche Theile theilet, doch nie einer den andern durchkreuzt, bevor ſie ſich in Theile trennen. Die Bogen, welche am Horizonte hell glänzen, nehmen an

Glanz im Zenithe zu, und man wird die Strahlen gewahr, aus welchen ſie zuſammengeſetzt ſind, wenn die innere Bewegung ſchnell iſt. Dieſe innere Bewegung iſt ein plötzliches Aufglühen, das nicht von irgend einer ſichtbaren Concentrirung der Materie herrührt, ſondern an verſchiedenen Theilen des Bogens losbricht, als wenn eine verbrennliche Materie entzündet worden wäre, und verbreitet ſich ſchnell nach beyden Enden. In dieſer Bewegung werden die Strahlen gebildet, die als koniſche Lichtbündel in parallelen Lagen neben einander, mit ihren zugeſpitzten Enden der Erde zugekehrt, in der Regel in der Richtung der Magnetnadel, ſich befinden. Sie haben zweyerley Bewegung; die eine rechtwinklicht auf ihre Länge oder ſeitwärts, und vermöge dieſer gehen Kränze, geſchlängelte Geſtalten, oder unregelmäßig gebrochene Curven aus ihnen aus, welche Kränze, wenn ſie im Zenith ſind, die Erſcheinung der Nordlichtskronen darſtellen. Ihre zweyte Bewegung iſt ein kurzes zitterndes Vibriren, bey dem ſie ihren Parallelismus nicht genau behalten, welches Flackern allezeit von Farben begleitet iſt. Denn oft entſtehen auch Strahlen ohne Farben, in welchem Falle die vibrirende Bewegung nicht bemerkt wurde. Die Strahlen haben in verſchiedenen Nordlichtern (mannichmal ſogar in denſelben) verſchiedene Größen, wahrſcheinlich nach der Verſchiedenheit ihres Abſtandes von dem Beobachter. Wiederholt ſich die angeführte Entwickelung öft, ſo zerſtört ſie die Geſtalt und den Zuſammenhang der Bogen, obgleich auch ſodann das Nordlicht einem Beobachter am ſüdlichen Horizonte ohne Zweifel noch immerfort bogenförmig erſcheint. Während die Bogen nach dem Zenithe hinauf gehen, nimmt ihre Anzahl oft zu oder ab, durch ein Zerſtückeln, deſſen beſondere Umſtände ihre zu große Entfernung nicht gewahr werden läßt; aber auch dann gehen ihre verſchiedenen Theile allmählich nach Süden über, wo ſie wieder die Geſtalt eines Bogens annehmen. Sie werden auch mannichmal in Flammen, und andere abgeriſſene Theile zer-

riſſen, die nach Süden oſtwärts fortziehn. Auf das Fortbewegen eines Bogens vom nördlichen zum ſüdlichen Himmel pflegt eine Zeit von 20 Minuten bis 2 Stunden hinzufließen. Die am Horizonte lichtſchwachen Bogen gingen häufig über das Zenith weg, ohne alles Zunehmen an Glanz und ohne alle ſichtbare innere Bewegung. Hood hielt dieſe Nordlichter für viel höher, als alle andere.

Die zweyte Claſſe von Nordlichtern machen diejenigen aus, welche ſich aus verſchiedenen Strichen des Compaſſes zwiſchen Nord und Weſt, nach den entgegengeſetzten Strichen zu fortpflanzen, mannichmal auch am ſüdöſtlichen Viertel des Himmels entſtehen, und ſich nach Nordweſt verbreiten. Sie laſſen ſich, wie die vorigen, unterabtheilen, in entfernte Bogen, welche nach dem Süd-Himmel ohne eine recht ſichtbare Veränderung ihrer Geſtalt hienüberziehn, und in ſolche, welche dabey Strahlen entwickeln und ſich in Zwiſchenräumen in Kränze, Flammen und unregelmäßige Segmente trennend, alle oben beſchriebene Erſcheinungen zeigen.

Um die Art deutlich zu machen, wie die beyden Claſſen der Nordlichter nach dem Horizont zu geführt werden, benennt Hood directe Bewegung der Bogen diejenige, welche in Richtungen vor ſich geht, die ſelten über zwey Compaßſtriche vom magnetiſchen Meridian abweichen, Seitenbewegung der Bogen aber diejenige, durch welche das Nordlicht ſich beynahe rechtwinklicht auf den magnetiſchen Meridian fortpflanzt. Denkt man ſich eine Maſſe Nordlicht, die beym Entſtehn des Meteors von länglicher Geſtalt iſt, und ihrer Länge nach die Meridiane rechtwinklicht durchſchneidet, in directer Bewegung nach dem magnetiſchen Süd, doch mit verſchiedener Geſchwindigkeit ihrer Theile, und zugleich mit ihren beyden Enden durch Seiten-Bewegung von dem Mittelpunkte ſich fortdauernd entfernend und ſo die Maſſe verlängernd, und es tritt der mittelſte Theil der Maſſe zuerſt über dem nördlichen Horizont hervor; ſo muß er wie ein Bogen erſcheinen, weil

die wahren Enden unſichtbar ſind, und die directe Bewegung führt ihn in dieſer Geſtalt nach Süden. Wenn dagegen eines ihrer Enden zuerſt über dem Horizont hervortritt, ſo wird es ſich durch ſeine Seitenbewegung nach entgegengeſetzten Strichen ausdehnen und zugleich vermöge ſeiner directen Bewegung nach Süden gehe.

Es giebt noch zwey andere, nicht häufig vorkommende Geſtalten des Nordlichtes, welche unter keine dieſer beyden Beſchreibungen paſſen. Die erſte iſt eine kleine hoch über dem Horizonte ſtehende Lichtmaſſe, mannichmal mit glänzenden Strahlen, und dann verſchwindend oder nach dem Südhimmel übergehend; vermuthlich ein bey heftiger Bewegung loßgeriſſener Theil von einer unter dem Horizont befindlichen Nordlichtmaſſe. Die zweyte iſt ein von Nord nach Süd gerichteter Bogen; in einem ſolchen gehn die directe Bewegung und die Seitenbewegung nach einerley Richtung vor.

Die Flammen und Strahlen ſind nach Hood's Meinung allgemein der Neigungs-Nadel parallel, wie ſich von ſelbſt ergiebt, wenn man bedenkt, daß ſie ſich nach den Regeln der Perſpektive zeigen müſſen. Denn nahe den magnetiſchen Meridian erſcheinen ſie lothrecht, in einiger Entfernung öſtlich oder weſtlich von demſelben aber ſind ſie gegen den Horizont unter verſchiedenen Winkeln geneigt. Die Kronen und Kränze des Nordlichtes kommen dem Beobachter oft ſo nahe, daß die Strahlen unter Geſichtswinkeln von 10° oder 12° geſehn werden, und dieſe zeigen ſich dann von den Flammen durch nichts verſchieden, als durch minder lange Dauer. Die Farben, welche die Strahlen bey ſchneller innerer Bewegung haben, ſind erbſengrün an den obern, und purpur und violet an den untern Enden; das ſind eben die Farben, welche Morgan an dem Lichte elektriſcher Funken, die er in eine luftleer gepumpte Glaskugel hineinſchlagen ließ, (ſ. Theil I. S. 883.) wahrgenommen hatte.

Den Beobachtungen des Herrn Richardſon zu Folge hat das Nordlicht zu Zeiten ſeinen Sitz in Luftregionen un-

terhalb einer Art von Wolken, welche in keiner großen Höhe ſchweben; nämlich unter der Modification des Cirro-stratus, welche ſo tief in der Luft herabſteigt, daß ſie eine dunſt- oder nebel-artige zuſammenhangende Wolkenfläche im Zenith, oder eine Nebelſchicht im Horizonte bildet. Ueberhaupt glaubt er aus ſeinen Beobachtungen zu folgern, daß ſtets die Bildung einer oder der andern der verſchiedenen Geſtaltungen des Cirro-stratus, dem Nordlichte unmittelbar vorhergehet, oder daſſelbe begleitet. Beſtändig hat er das Nordlicht am lebhafteſten glänzen ſehn, wenn nur ſehr wenige dünne Cirro-stratus-Streifen in der Luft ſchwammen, oder wenn der Cirro-stratus ſo verdünnt war, daß ſich deſſen Vorhandenſeyn blos durch die Bildung eines Hofs rund um den Mond verrieth. Eben daſſelbe beobachtete auch Thienemann in Island; er fand die Geſtalt des Nordlichtes mit der jener Wolken, welche man im gemeinen Leben Wetterbäume, Windbäume und Wolkenſchäfchen zu nennen pflegt, auffallend ähnlich. Dieſe Aehnlichkeit führte ihn auf die Vermuthung, daß dieſe Wolken ſelbſt das Nordlicht enthielten, und bald hatte er das Vergnügen dieſe Vermuthung vollkommen beſtätigt zu finden. Er ſah nämlich bey klarem Wetter, wie dieſe Wolken im Mittag ſich bildeten, und ihre gewöhnliche Geſtalt annahmen, und ſobald es anfing etwas finſter zu werden, allmählig an Beleuchtung zunahmen, bis ſie als gewöhnliche Nordlichter erſchienen. Bey Annäherung des Morgens wurden ſie wieder bläſſer, und erſchienen nach und nach blos als gewöhnliche Wolken. Auch bemerkt Thienemann, daß das Nordlicht nicht an die Wintermonate und an die Nacht gebunden ſey, ſondern es könne jederzeit unter günſtigen Umſtänden gegenwärtig ſeyn, werde aber nur in Abweſenheit des Sonnenlichtes deutlich ſichtbar; überdem ſtehe es auch in gar keiner beſtimmten Beziehung auf die Witterung. Dagegen führen aber die Herren Franklin, Hood und Richardſon an, daß die Einwohner an dem Orte ihrer Beobachtungen ausgeſagt

hätten, das Nordlicht zeige durch die Art, wie es erſcheine, den Zuſtand der Witterung am folgenden Tage an. Wenn es z. B. hell glänze und ſich ſchnell bewege, ſo folge heftiger Wind; wenn es aber dünn und über den ganzen Himmel verbreitet ſey, ein milder und wolkiger Tag. Eine genaue Vergleichung mit ihrem meteorologiſchen Tagebuche beſtätigte dieſe Ausſage nicht; dagegen ſchien es aber nicht unwahrſcheinlich, daß umgekehrt das Wetter einen bedeutenden Einfluß auf das Nordlicht habe. Nach Thienemann iſt die gewöhnliche Geſtalt des Nordlichtes in Island die bogenförmige und zwar in der Richtung von Nordoſt nach Südoſt, etwas nach der einen oder andern Seite oft abweichend. Es erſcheint die Erleuchtung in zitternder, gleichmäßiger Bewegung, oder in einem unruhigen Auffflackern, und oft in einer unbeſchreiblich geſchwinden theils partiellen, theils allgemeinen rollenden Bewegung der leuchtenden Theilchen nach verſchiedenen Richtungen und in verſchiedenen Geſtalten.

Daß die Nordlichter eine genaue Verbindung mit dem Magnetismus und der Elektricität haben, war ſchon von vielen ältern Beobachtern dieſes Phänomens wahrgenommen worden. Unter andern hatten beſonders die beyden Herren Dalton *) in Kendal und Croſthwaite in Keswick eine große Menge ſehr lebhafter und vollſtändiger Nordlichter in den Jahren 1792 und 1793 genau beobachtet, wobey ſich durch genaue Beſtimmung der zu Stande gekommenen Richtung der Bogen und der Krone ergab, daß die Mitte der Bogen immer faſt genau in dem magnetiſchen Meridian lag, und der Mittelpunkt der Krone in der Verlängerung der Inclinationsnadel. Dalton entwickelte aus ſeinen Beobachtungen über das Nordlicht, in der Meinung, daß es magnetiſcher Natur ſey, eine ſehr genügende geometriſche Theorie, welche in den

---

*) Meteorogical Observations and Essays. London 1792 p. 152. ff.

neuern Zeiten Biot auf eine populaire Art vorgetragen, und mit Anſichten neuerer Art in Verbindung gebracht hat, wovon das Weſentlichſte in der Folge beygebracht werden ſoll. Was aber Dalton's Meinung betrifft, daß nämlich die Bogen des Nordlichtes den magnetiſchen Meridian immer rechtwinklicht durchſchneiden ſollen, ſo bemerkt Richardſon, daß zwar ſehr häufig ein ſcheinbares Convergiren der Theile des Nordlichtes nach dem magnetiſchen Oſt oder Weſt oder nach Punkten in ihrer Nachbarſchaft Statt finde; allein es erſcheine doch ſehr ſelten das Nordlicht, wenn es queer über den Himmel, ja ſelbſt durch das Zenith gehe, dem Auge als ein Kreisbogen, ſondern es ſey entweder elliptiſch, oder bilde verſchiedene irreguläre Curven und Biegungen. Richardſon's Beobachtungen zu Folge ſind die ſchmalen Strahlen Licht, aus welchen das Nordlicht beſteht, wenn es ſich ſehr ſchnell bewegt, vollkommen ähnlich einer ſchnellen Folge elektriſcher Funken, die aus einem geladenen Cylinder mittelſt eines mit einer Reihe Spitzen beſetzten Körpers, den man ſchnell vor ihm hin und her bewege, entlockt werden. Man gedenke ſich eine lang geſtreckte Wolke, welche am einen Ende ihrer Oberfläche, aus einer Reihe von Spitzen, ihre elektriſche Ladung einer ähnlichen ihr parallelen Wolkenmaſſe mitzutheilen anfange. Es wird dann ſcheinen, als ſehe man einen Lichtſtrom, der aus lauter parallelen, auf ſeine Richtung ſenkrechten Strahlen beſtehe. War das Nordlicht ſchwach, ſo hatte es allgemein eine ſtahlgraue Farbe oder die Farbe der Milchſtraße. Befand ſich am Himmel die niedrigſtehende nebelartige Abart des Cirrostratus, ſo war das Licht größtentheils bald bläſſer bald ſtärker goldgelb; und bey klarem Himmel, oder wenn nur einige oder dünne Streifen von Wolken ſichtbar waren, erſchienen ſehr lebhafte und prismatiſche Farben.

Die Herren Franklin und Hood bemerkten ebenfalls eine genaue Verbinduug des Nordlichtes mit dem Magnetismus und Elektricismus, und Richardſon äußerte,

daß vielleicht die Wolken, aus welchen das Nordlicht beſtehe, ihre beſondere Anordnung durch die Wirkung einer Urſache, z. B. Magnetismus annehmen könnten, während die Ausſendung von Licht von einer andern Urſache hervorgebracht würde, vielleicht durch eine Veränderung in ihrer innern Conſtitution, verbunden mit einer Bewegung der elektriſchen Materie.

Nach den bisher angeſtellten Beobachtungen über die Nordlichter iſt nach Herrn Biot die Entſtehung des Nordlichtes folgende: Es erzeugt ſich aus wahren Wolken, welche gewöhnlich aus Norden kommen, und eine ziemlich leichte Materie oder ein ſo feiner Stoff ſind, daß ſie ſich lange Zeit in der Luft ſchwebend zu erhalten vermögen; unter Umſtänden können ſie leuchtend werden, und ſind beſonders für den Erdmagnetismus empfindlich, und reihen ſich dieſerwegen ſelbſt in Säulen, welche ſich gerade nach der Erde zu richten, wie es wahre Magnetnadeln thun würden. Nun aber kennten wir unter den irdiſchen Materien bis jetzt keine andern, deren Theilchen des Magnetismus fähig ſind, als einige Metalle. Es ſey daher wahrſcheinlich, daß die Säulen des Nordlichtes, wenigſtens großentheils, aus metalliſchen Theilchen von äußerſter Feinheit beſtehen. Hieraus ergebe ſich aber ſogleich eine andere Folgerung. Alle bekannte Metalle ſeyen gute elektriſche Leiter; die verſchiedenen Luftſchichten ſeyen aber gewöhnlich mit ſehr ungleichen Mengen von Elektricität angefüllt. Ein elektriſcher Drache gebe am untern Ende ſeiner metalliſchen Schnur gewöhnlich Zeichen poſitiver Elektricität, indeß er mit Gay-Luſſac bey der gemeinſchaftlichen Luftfahrt an dem obern Ende eines Drahtes, der aus der Gondel in die tiefer liegenden Luftſchichten herabgelaſſen wurde, Zeichen von negativer Elektricität erhielt. Es böten daher die in der Luft ſchwebenden, aus metalliſchen Theilen beſtehenden Säulen des Nordlichtes, welche in den Gegenden um den magnetiſchen Pol faſt vertikal hingen, den ungleichen Elektricitäten der Luftſchichten in verſchiedenen Hö-

hen mehr oder minder vollkommene Leitung dar. Uebertreffe das Beſtreben dieſer Elektricitäten, ſich gleichmäßig zu verbreiten, den Widerſtand, den ihnen die Unvollkommenheit des Leitungsvermögens der Säulen entgegenſtelle, ſo müßten die Elektricitäten längs dieſer Säulen hinfließen, und dabey müſſe ihr Weg leuchtend erſcheinen, wie dies allgemein bey nicht ſtetigem Zuſammenhange der Leitung geſchehe. Gehe dieſes Ueberſtrömen in ſehr hohen Regionen der Atmoſphäre vor, wo die Luft bey ihrer Dünnheit der Bewegung der Elektricität nur wenig Widerſtand leiſten könne, ſo ſey das Ueberſtrömen von keinem Geräuſche begleitet, gerade ſo, wie in unſern luftleeren Röhren; erſtrecke es ſich aber bis in die untern Luftregionen herab, ſo müſſe hier nothwendig das Blaſen und das Kniſtern entſtehen, welche in der That das Nordlicht zu begleiten ſchienen, wenn es bis zur Oberfläche der Erde herabkomme. Noch folge hieraus, daß, da das Meteor nur durch dieſe zufällige Urſache ſichtbar werde, es in der Luft vorhanden ſeyn, und auf die Magnetnadel wirken könne, ohne daß man es gewahr werde. Auch ſey es möglich, daß es nur an gewiſſen Stellen glänzend werde, an allen andern dunkel bleibe, indeß in andern Fällen, wenn das elektriſche Gleichgewicht plötzlich und allgemein aufgehoben werde, ſich die ganze meteoriſche Säulenreihe in einem Augenblicke zu entzünden vermöge. Endlich überſehe man hieraus, warum das Meteor an Stärke in dem Maße abnehmen müſſe, als die meteoriſchen Wolken weiter nach den ſüdlichen Gegenden hinzögen. Dort könnten ſie ſich nicht nur weiter ausbreiten, ſondern es müßten auch die, die Elektricität leitenden Säulen, welche überall die Richtung der Magnetnadel annähmen, dort der horizontalen Lage ſich immer mehr nähern, und folglich ihre beyden entgegengeſetzten Enden in minder von einander entfernten Luftſchichten haben, die eben deshalb mit minder verſchiedenen Mengen von Elektricität geladen ſeyn. Ueberdies gebe in den ſüdlichen Gegenden die größere Feuch-

tigkeit der Luftſchichten viel häufigere Gelegenheit, ſich zu entladen, als in den nördlicheren.

Alle dieſe den Beobachtungen völlig entſprechenden Folgerungen ergeben ſich nach Biot aus der einzigen Grundanſicht, daß die Säulen, welche das Nordlicht ausmachen, wenigſtens großentheils metalliſcher Natur ſind. Ihre Uebereinſtimmung mit den Erſcheinungen erhöhe daher gar ſehr die Wahrſcheinlichkeit dieſer Annahme, auf welche der Magnetismus der meteoriſchen Säulen uns zuerſt hingewieſen habe; und die innere Verbindung und genaue Abhängigkeit, in welche die ſo zahlreichen und ſo verſchiedenartigen Eigenheiten des Nordlichtes mit einander unter dieſer Idee träten, gäben ihr einen Charakter von Realität, welchen man ſelten in denjenigen phyſikaliſchen Betrachtungen antreffe, die nicht der Wahrheit gemäß ſeyn.

Aber außer den leuchtenden Strahlen, die durch das bloße Ueberſtrömen der Elektricität zu entſtehen ſchienen, komme in den Nordlichtern noch ein anderes Leuchten vor, das man ſich ſchwerlich erwehren könne, für eine Erſcheinung wahren Verbrennens in denjenigen phosphoriſchen Wolken anzuerkennen, die, wie viele Beobachter bezeugten, und er ſelbſt geſehen habe, ſich mannichmal von dem Herde des Meteors ablöſeten, das Princip ihrer Phosphorescenz mit ſich führten und von Zeit zu Zeit leuchtende Strahlen ausſtießen, welche raketenartig eine Spur weißen Lichtes in der Luft hinter ſich ließen. Man müſſe es daher wenigſtens als etwas Wahrſcheinliches zugeben, daß die Materie des Nordlichtes Subſtanzen enthalten könne, die fähig ſeyn, ſich zufällig zu entzünden, ſey es von ſelbſt, oder durch elektriſche Entladungen, welche in der Subſtanz, die dieſe Wolken enthielten vorgingen, und von deren mächtiger chemiſch verbindender Kraft unſere Laboratorien uns täglich Beweiſe gäben.

Von dieſer Art ſeyen die phyſiſchen Bedingungen, welche das Nordlicht characteriſirten, und die unmittel-

bar aus den verſchiedenen beſondern Umſtänden flöſſen, die in Begleitung deſſelben vorkämen. Nun entſtehe aber die Frage, woher rühre der Stoff, aus dem es beſtehe? Biot beantwortete vormals dieſe Frage durch die ſehr ungenügende Hypotheſe *), daß die Metalltheilchen, die er als die Materie des Nordlichtes annimmt, die feinſten Auswürfe der Vulkane, welche im hohen Norden angetroffen würden, seyn möchten. Jetzt ſcheint aber Biot β) von dieſer Vorausſetzung abgekommen zu ſeyn, indem er anführt, daß ſich die vorige Frage bis jetzt nur durch Vermuthungen beantworten laſſe, die aber doch einer Entſcheidung fähig ſeyn würde, wenn ein geſchickter Beobachter einige Winter hindurch die beſondern Eigenthümlichkeiten des Meteors in einer recht nördlich gelegenen Gegend aufmerkſam verfolgte, unter Zuziehung aller Hülfsmittel, welche Chemie und Phyſik gegenwärtig zur Unterſuchung derſelben darböten.

Selbſt Biot's erſte Vorausſetzung, daß nämlich die Subſtanz des Nordlichtes aus Metalltheilchen beſtehen ſoll, wurde von Herrn Gilbert mit Recht für ſehr unwahrſcheinlich gehalten. Er führt dagegen folgende Fragen an: Wie iſt es möglich, daß Metalltheile, auf die der Magnet wirkt, ſeyen ſie auch noch ſo fein, in ſolchen großen Maſſen und Höhen, wie ſie die Nordlichtſäulen haben müßten, geraume Zeitlang in der Atmoſphäre ſchweben könnten, ohne zur Erde herabzuſinken? und wie wäre es möglich, daß durch ſie hindurch, bey einer ſolchen Beſchaffenheit, Fixſterne noch ſichtbar bleiben könnten, wie das doch bey den Bogen und Strahlen des Nordlichtes wirklich der Fall iſt?

Sehr wahrſcheinlich ſcheint das Nordlicht in der genaueſten Verbindung mit dem Elektro-Magnetismus zu ſtehen, und die Elektricität die vorzüglichſte Rolle dabey zu ſpielen. Dies beweiſen

---

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXVII. S. 173. ff.

β) Lehrbuch der Experimental-Phyſik. B. III. S. 102. Leipz. 1825. 8.

1. Hood's Beobachtungen bey Nordlichtern. Ein an einem hochliegenden Orte aufgeſtelltes Sauſſure'ſches Elektrometer zeigte während des ganzen Winters nie Spuren einer elektriſchen Ladung durch die Atmoſphäre. Und doch war die Elektricität der Körper der Beobachter zu Zeiten (wo Nordlichter entſtanden) ſo groß, daß die Hollundermarkkügelchen Augenblicklich weit aus einander giengen, wenn die Hand dem Inſtrumente genähert wurde; auch war die Haut des menſchlichen Körpers mitten im Winter ſo trocken, daß, wenn die Hände an einander gerieben wurden, ihre Elektricität bedeutend zunahm, und zugleich ein Geruch ſich verbreitete, dem ähnlich, der entſteht, wenn das Kiſſen der Elektriſirmaſchine ſtark an dem Cylinder gerieben wird. Daſſelbe wurde noch ſtärker an einigen ausgeſtopften vierfüßigen Thieren wahrgenommen, welche im Zimmer hingen; häufig nahmen ihre ausgeſtopften Häute, ſie mochten gerieben werden oder nicht, eine ſolche elektriſche Ladung an, daß, wenn ihnen die Knöchel der Finger genähert wurden, ſie einen empſindlichen Schlag gaben, der bis in den Ellenbogen gefühlt wurde.

2. Bemerkt Thienemann, daß ſeinen Beobachtungen zu Folge das Nordlicht an die Stelle der Gewitter tritt, und da am ſtärkſtrn ſichtbar wird, wo die Gewitter gänzlich aufhören, in der Nähe und innerhalb der arctiſchen Zone.

3. Iſt der Beobachter dem Nordlichte nahe genug, und hat daſſelbe eine beträchtliche Stärke, ſo hört er ein kniſterndes Geräuſch, und empfindet einen ſtechenden Geruch, welcher dem gleichet, den andere ſtarke elektriſche Exploſionen erzeugen.

4. Kommt die Farbe des Nordlichtes ganz mit derjenigen überein, welche andere elektriſche Erſcheinungen (namentlich im luftleeren Raume) haben; gewöhnlich iſt ſie ein ſanftes Gelb, deſſen Strahlen aber häufig in den tieferſtehenden Dünſten ſich brechen, und dann regenbogenfarbig, hochroth u. ſ. f. erſcheinen.

5. Dieſe Hypotheſe ſcheint durch die neueſten Beobachtungen, welche auf der Entdeckungsreiſe auf Nowaja-Zemlia ſind gemacht worden, die größte Wahrſcheinlichkeit zu erhalten. In den Jahren 1822 und 1823 nämlich erblickte man daſelbſt nur wenige Nordlichter, dagegen ſie 1821, wo die Brigg faſt immer mit Eis zu kämpfen hatte, weit häufiger waren. Auch in Schottland hat man die Bemerkung gemacht, daß, ſeitdem ſich das Eis nach der Oſtküſte Grönland's gezogen hat, jenes Phänomen weit ſeltener geworden iſt. Es ſcheint ſich alſo nach Houbé's Annahme das elektriſche Fluidum über dem Eiſe, als einem Nichtleiter, anzuhäufen, und ſich dann in die obern Regionen der Atmoſphäre zu ergießen α).

O.

Oele (Zuſ. z. S. 759. Th. III). Herr Prof. Heinrich, welcher über die verſchiedenen Temperaturen, und die dabey vorkommenden Erſcheinungen, der fetten Oele Unterſuchungen anſtellte, fand, daß diejenigen fetten Oele, welche geſchwinder trocknen, in der Luft leichter ranzig werden und in der Kälte ſchneller erſtarren, wie z. B. Mohn-, Nuß- und Leinoel β). Bey erhöheter Temperatur nahm er ein wirkliches Aufwallen, nur nicht ſo heftig, wie beym Waſſer, gewahr. Die Dampfblaſen ſtrömten vom Boden des Gefäßes durch die ganze Maſſe bis zur Oberfläche, und entwichen in die umgebende Luft. Jedoch hatte dies Aufwallen kein Maximum der Temperatur, wie beym Waſſer. Es fängt mit ſchwachem Blaſenwerfen an, wächſt langſam, erreicht ein Größtes, nimmt wieder ab und verſchwindet zuletzt beynahe wieder ganz während dem die Temperatur immer höher wird. Daher ſcheint es nicht möglich zu ſeyn, bey fetten Oelen

α) *Zavalischini's Sieverni* Arkhif 1824. Julius, ausgez. in den neuen allgemeinen geographiſchen und ſtatiſtiſchen Ephemeriden XVI. B. 10. St. 1825. S. 295.

β) Die Phosphorescenz der Körper. S. 186. ff.

einen beſtimmten Siedpunkt, wie beym Waſſer, anzugeben. Wollte man aber doch dergleichen Angaben bey den verſchiedenen Oelen wünſchen, ſo könnte man vermöge der von Heinrich angeſtellten Verſuche diejenigen dafür gelten laſſen, wo das Blaſenwerfen ſein Maximum erreicht. Bey der Reaumur'ſchen 80 theiligen Skale geſchahe dies am Nußöl bey 245 bis 255°; am Rübſenöl bey 270 bis 280°; am Leinöl bey 275 bis 285°; am weißen Wachs bey 290 bis 300°; am Terpentinöl bey 120 bis 125°. Außerdem bemerkt Heinrich, daß die Selbſtentzündung der fetten Oele nicht leicht erfolge, und daß die Schuld derſelben gewöhnlich an der Form des Gefäßes, oder der Art der Feurung liege. Wenn man Flammenfeuer vermeidet, und ſolche Gefäße wählet, welche verhindern, daß der Oeldampf von der Glut des Kohlendampfs leicht ergriffen werde, ſo ereignet es ſich nie, daß ſich fette Oele und Fette in offenen Gefäßen freywillig entzünden, weil der Dampf, ſo wie er ſich mit der Zimmerluft vermiſcht, bereits um einige Grade abgekühlt iſt, und die zum Entzünden nöthige Temperatur verloren hat. Wenn aber das Oel einmal aus Verſehen Feuer gefangen und daſſelbe durch Bedeckung des Gefäßes wieder getilget iſt, ſo wird es nach Heinrich zum zweyten oder dritten male viel leichter in Flammen ausbrechen. Merkwürdig war es ihm aber, daß Oele und andere brennbare Flüſſigkeiten, welche bey ganz freyer Gemeinſchaft mit der äußern Luft bis auf den höchſten Grad erhitzt nicht Feuer fangen, durch den geringſten elektriſchen Funken, und durch das ſchwächſte Flämmchen einer Kerze, einer Oel- oder Weingeiſtlampe u. ſ. w. ſogleich hell auflodern.

Opium ſ. Mekonſäure und Morphin.

Osmium (Osmium) (N. A.). Ein neues Metall, welches von den beyden Herren Fourcroy und Vauquelin unter dem Platin entdeckt, von Herrn Tennant aber zuerſt iſolirt dargeſtellt wurde. Es hat ſeinen Namen Osmium von dem griechiſchen Worte ὀσμὴ (der

Geruch) wegen ſeines ſtechenden und eigenthümlichen Geruchs erhalten. Vauquelin *) hat ein kürzeres Verfahren, als Tennant, angegeben, das Osmium darzuſtellen. Das ſchwarze Pulver nämlich, welches bey der Auflöſung des rohen Platins zurückbleibt, wird mit dem gedoppelten Gewichte Salpeter geſchmolzen, und dann in eine porzellanene Retorte geſchüttet, an welche man eine Röhre, die man in Kalkwaſſer eintaucht, befeſtigt. Die Röhre wird ſodann erhitzt, und damit ſo lange angehalten, als ſich noch Gas entwickelt. Die Erſcheinungen, welche bey der Gasentwickelung Statt finden, ſind folgende: das Gas, welches entweicht, ſcheint ein Gemenge von Sauerſtoffgas und Stickgas zu ſeyn; außerdem iſt aber auch mit der Entwickelung deſſelben die Bildung eines hellgelben Niederſchlags in dem Kalkwaſſer, durch welches das Gas geht, verbunden; es erzeugen ſich eine große Menge kleiner, weißer, nadelförmiger Kryſtalle in der Röhre, durch welche das Gas hindurchgeht; nachher verſchwindet der gelbe Niederſchlag, ſo wie die gelbe Farbe des Kalkwaſſers und die Kryſtalle, die ſich in der Röhre gebildet hatten. Das Kalkwaſſer ſelbſt, durch welches das Gas hindurchgegangen war, hatte die Eigenſchaft einer Säure erhalten, roch ſtark nach Osmium, und zugetröpfelte Galläpfeltinktur brachte augenblicklich eine geſättigte blaue Farbe hervor. Es erhellte alſo hieraus, daß die in der Röhre ſich gebildeten Kryſtalle Osmiumoxyd waren, daß dieſe Kryſtalle das noch heiße Gas mit ſich fortgeriſſen hatten. Die gelbe Farbe, welche das Kalkwaſſer im Anfange annahm, rührte von ſeiner Verbindung mit Osmium her, und wurde durch die nachfolgende ſalpetrichte Säure wieder zerſtört.

Wird nun das in der rückſtändigen Flüſſigkeit der Retorte enthaltene Uebermaas von Kali mit Salpeterſäure geſättigt, ſo entſteht ein grüner flockigter Nieder-

*) Annales de chimie. Tom. LXXXIX. p. 150. etc.

ſchlag, welcher aus Iridium, Titan, Eiſen, Alaunerde und zuweilen aus einer geringen Menge Chromoxyd beſteht. Nunmehr nimmt die Flüſſigkeit die gelbe Farbe des chromſauren Kali an, und verbreitet einen ſtarken Geruch nach Osmium, eine Anzeige, daß das Metall mit dem Alkali verbunden war. Filtrirt man dieſe gelbe Flüſſigkeit, ſo enthält ſie blos chromſaures Kali und Osmiumoxyd. Um dieſes zu trennen, ſchüttet man etwas Salpeterſäure in dieſelbe, um die Verbindung des Kali mit dem Osmiumoxyd aufzuheben. Hierauf unterwirft man ſie einer Deſtillation, und hält damit ſo lange an, bis alles Osmium übergegangen iſt. Durch Zuſatz von Salzſäure in die übergegangene Flüſſigkeit nebſt Hineinſtellung einer Zinkplatte fällt das Osmium als Niederſchlag in ſchwärzlichen Schuppen nieder. Die Flüſſigkeit wird ſorgfältig abgegoſſen, und der Rückſtand gehörig mit Waſſer ausgewaſchen. Das ausgewaſchene Osmium kann als reines Osmium betrachtet werden. Man trocknet es in gelinder Hitze, und verwahrt es in wohl verſchloſſenen Gefäßen.

Da das Osmium ſehr flüchtig iſt, oder vielmehr, da es ſich bey einer niedrigen Temperatur oxydirt, ſo iſt es bis jetzt unmöglich geweſen, daſſelbe zu ſchmelzen, folglich die Farbe und das ſpecifiſche Gewicht des metalliſchen Osmiums zu beſtimmen. Einigen Anzeigen zu Folge ſcheint die Farbe dieſes Metalls blau zu ſeyn; denn in dem Augenblicke, in welchem das Osmium aus ſeinen Auflöſungen durch Zink gefällt wird, nimmt die Flüſſigkeit eine purpurrothe Farbe an, welche bald in das ſchönſte Blau übergeht. Dieſe blaue Subſtanz trennt ſich nachmals von der Flüſſigkeit, und fällt als ein Pulver von ſchwärzlicher Farbe nieder.

Oxalſäure ſ. Sauerkleeſäure.

Oxydation (Oxydatio, Oxydation) (N. A.) heißt derjenige chemiſche Vorgang, durch welchen Metalle oder andere Stoffe in Oxyde verwandelt werden, indem ſie ſich mit einem gewiſſen Theile Sauerſtoff verbinden.

Es unterſcheidet ſich die Oxydation von der wirklichen Säurung dadurch, daß der mit dem oxydirten Stoffe verbundene Sauerſtoff noch nicht hinreichend iſt, um eine Säure zu bilden.

Oxyde (oxyda, oxydes) (N. A.) heißen ſolche Subſtanzen, die ſich mit einer gewiſſen Menge Sauerſtoff verbunden haben, ohne jedoch dadurch in den Zuſtand einer wirklichen Säure gekommen zu ſeyn. M. ſ. den Artikel: Sauerſtoff.

Oxydul. M. ſ. Sauerſtoff.

Oxygenation (Oxygenatio, oxygenation) (N. A.). Man gebraucht dieſes Wort häufig für Oxydation, und wird oft damit verwechſelt; allein es unterſcheidet ſich dadurch, daß der Ausdruck Oxygenation einen allgemeinen Begriff ausdrückt, indem eine jede Verbindung mit Sauerſtoff, das Produkt derſelben mag ſeyn, was es für eines will, eine Oxygenation iſt. Oxydation findet aber nur alsdenn Statt, wenn ein wirkliches Oxyd entſteht.

P.

Palladium (Palladium) (N. A.) iſt ein von D. Wollaſton im Jahre 1803 entdecktes Metall, welches ſich hauptſächlich im Platinſande in gediegenem Zuſtande befindet; man hat es aber auch in einem andern mit Platina mechaniſch gemengten Erze aus Braſilien gefunden, worin es größere und kleinere metalliſche Schuppen von einer ſtrahligen Textur bildet. Wollaſton hatte anfänglich eine gewiſſe Menge dieſes Metalles, ohne ſeinen Namen zu nennen, einem gewiſſen Mineralienhändler in London, Namens Forſter, zum Verkauf gegeben. Chenevix kaufte daſſelbe an ſich, und nachdem er glaubte es ſorgfältig unterſucht zu haben, erklärte er, daß dies Metall ein Kunſtprodukt, eine Miſchung aus Platin und Queckſilber, ſey. Allein Wollaſton zeigte nachher, daß das Palladium einen Beſtandtheil des rohen Platins ausmache, und machte zugleich ſein Verfah-

ren, daſſelbe vom rohen Platin abzuſcheiden, bekannt. Es beſteht in folgenden:

Man löſt Platinſand in Königswaſſer auf, dampft die Auflöſung bis zur Verflüchtigung der freyen Säure ab, oder neutraliſirt ſie ſehr genau mit kauſtiſchem Natron, und ſetzt dann eine Auflöſung von blauſaurem Queckſilberoxyd (Cyan-Queckſilber) ſo lange hinzu, als noch ein Niederſchlag erfolgt. Bisweilen geſchieht es, daß anfänglich kein Niederſchlag geſchieht, aber dies findet nach einer Weile Statt. Das Palladium wird ganz allein niedergeſchlagen, weil das Queckſilberoxyd keines der übrigen Metalle zerſetzt. Der Niederſchlag iſt hellgelb, und giebt bey einer ſtarken Glühehitze reines metalliſches Palladium. Vauquelin *) hat eine andere Methode, das Palladium aus dem rohen Platin zu gewinnen, angegeben.

Das Palladium hat folgende merkwürdige Eigenſchaften. Dem Anſehen nach hat es mit dem Platin eine völlige Aehnlichkeit. Es iſt ſehr geſchmeidig, ſchmilzt äußerſt ſchwer und iſt dabey feuerfeſt. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt im geſchmolzenen Zuſtande 11,3, und im gewalzten 11,8. Zum Sauerſtoff hat es eine geringe Verwandtſchaft, und bleibt auch beym Weißglühen metalliſch. In einer gewiſſen Temperatur läuft es auf der Oberfläche bläulich an, und wird ſuboxydirt, aber bey einer höhern wird es wieder metalliſch. In der Volta'ſchen Säule wird es auf der poſitiven Seite nicht oxydirt, und im Kochen mit concentrirter Schwefelſäure oder Salzſäure wird es höchſt unbedeutend angegriffen; aber es giebt doch dieſen Säuren eine mehr oder minder rothe Farbe. Von Salpeterſäure wird es mit braunrother Farbe aufgelöſet; die Säure wird in ſalpetrichte Säure verwandelt, und man bemerkt keine Entwickelung von Salpetergas, wenn man die Flüſſigkeit nicht erhitzt, wodurch alsdenn die ſalpetrichte Säure zerſetzt wird.

*) Schweigger's Journ. für Chemie u. Phyſik. B. XII. S. 265. ff.

Auch hat das Palladium mit dem Platin einerley Eigenſchaft, die Farbe einer großen Menge Goldes zu zerſtören. Die Legirung von 6 Theilen Gold und einem einzigen Theile Palladium iſt beynahe ganz weiß. Mit Arſenik, Eiſen, Wismuth, Bley, Zinn, Kupfer, Silber, Platin läßt es ſich ebenfalls zuſammenſchmelzen. Mit Queckſilber giebt es kein flüſſiges Amalgama; wird aber Palladium von Queckſilber gefällt, ſo erhält man ein ſchwarzes Metallpulver, das aus 46,74 Theil Queckſilber und 53,26 Theil Palladium beſteht, und woraus das Queckſilber nur durch eine lang fortgeſetzte Weißglühehitze vertrieben werden kann.

Die Salze des Palladiumoxydes ſind noch nicht gehörig unterſucht. Gemeiniglich haben ſie eine braunrothe Farbe, welche mit der einer ſtark geſättigten Auflöſung von Platin Aehnlichkeit hat.

M. ſ. Klaproth's und Wolff's chemiſches Wörterbuch. Artikel: Palladium. Berzelius Lehrbuch der Chemie. B. 2. a. S. 299. ff.

Pallas (N. A.) iſt ein von dem Herrn D. Olbers *) in Bremen am 28ten März 1802 am nördlichen Flügel der Jungfrau entdeckter neuer Planet. Zu gleicher Zeit nämlich, als er den entdeckten Planet Ceres in dem Flügel der Jungfrau beobachtete, fand er auch dieſen Stern von 7ter Größe eben ſo rückläufig, wie die Ceres, nur ſtärker in nördlicher Declination zunehmend. Die Beobachtungen der folgenden Tage überzeugten ihn völlig, daß dieſer Stern ein wirklicher Planet ſey. Nachher iſt dieſer Stern von mehreren Aſtronomen beobachtet worden, und der Herr Hofrath und Ritter Gauß hat ſeine Laufbahn mit möglichſter Schärfe berechnet. Dieſer Planet hat ebenfalls bald ſüdliche bald nördliche Breite, und ſchneidet daher die Ecliptik in zwey Punkten (Knoten) unter einem Winkel von 34° 38′. Wegen

*) Bode's aſtronomiſches Jahrbuch für das Jahr 1805. S. 102. ff.

dieſer anſehnlichen Neigung ſeiner Bahn überſteigt er oft weit die Grenzen des Thierkreiſes.

Auch iſt Pallas ein Planet, welcher zu den oberſten Planeten gehört, und ſeine Bahn ſchließt folglich unſere Erdbahn ein. Seinen Umlauf macht er zwiſchen Mars und Jupiter binnen 4 Jahren und 222 Tagen.

Sein größter Abſtand von der Erde 91397, und ſein kleinſter 42877 Erdhalbmeſſer. Die Aſtronomen haben dieſem Planeten das Zeichen (⚴) gegeben.

Papiniſche Maſchine (Zuſ. z. S. 773. Th. III.). Neuere und bequemere Einrichtungen dieſer wichtigen Maſchine haben die Herrn **van Marum**, **v. Edelkranz**, **Muncke** und andere angegeben. Der Herr **v. Edelkranz** *) ging mit vollem Rechte bey einer vollkommenen Einrichtung dieſes Werkzeuges von folgenden Grundſätzen aus: 1. muß dabey die Möglichkeit Statt finden, die Hitze der eingeſchloſſenen Flüſſigkeiten und Dämpfe nach Willkühr zu vermehren.

2. Muß man dabey ein Mittel haben, die Kraft der Dämpfe nicht allein in jedem Augenblicke meſſen, ſondern ſie auch während der Dauer eines Verſuchs auf einer beliebigen Stufe erhalten zu können.

3. Muß das Inſtrument hinreichende Stärke beſitzen, und kein gefährlicher Zufall zu beſorgen ſeyn, und endlich

4. muß die Vorrichtung leicht und bequem gebraucht werden können.

Nach dieſen Erforderniſſen ſuchte **v. Edelkranz** der Papiniſchen Maſchine folgende Einrichtung zu geben. Um zuerſt eine vollkommene Schließung des Digeſtors zu erhalten, wählte er einen Deckel aus einer dicken runden Metallplatte beſtehend, deſſen Rand kegelfömig abgedreht, und in die entſprechende kegelförmige Oeffnung eines Metallringes eingeſchmirgelt war. Dieſe Deckplatte wurde in den Digeſtor mit der kleinern Grundfläche nach oben

*) Neues allgemeines Journal der Chemie. B. II. S. 616. ff. B. IV. S. 317. ff.

gelegt und dann der Metallring in die Oeffnung des Digeſtors eingelöthet. Auf dieſe Art drückte er bey zunehmender Expanſivkraft der Dämpfe den Deckel immermehr luftdicht an. Dieſe Einrichtung des Deckels war aber bey manchen Verſuchen hinderlich, weil er beſtändig auf den Digeſtor bleiben mußte. Daher änderte er ſie auf folgende ſehr einfache Art ab: er gab dem Deckel die Geſtalt eines länglichten Vierecks oder eines Ovals, ſchliff die obere Fläche der Meſſingplatte, aus welcher er beſtand, nach den Rändern zu gegen die untere Fläche eines Meſſingrahmens ab, welcher in die Oeffnung des Digeſtors eingelöthet, und deſſen Oeffnung der Figur des Deckels ähnlich nur etwas kleiner war. Durch dieſe länglichte Oeffnung ließ ſich der Deckel nach Willkühr in den Digeſtor bringen und wieder herausnehmen. Hatte man ihn hineingebracht, und nach den Rändern zu mit etwas Oel beſtrichen, und druckte ihn nun gegen den Rahmen ſanft an, ſo wurde er ſchon vermöge der Cohäſionskraft hinreichend erhalten, bis die ausdehnende Kraft der Dämpfe ihn luftdicht an den Ring andrückte. Zur größern Sicherheit war ein Handgriff auf dem Deckel ſelbſt angeſchraubt, um damit den Deckel beſſer dirigiren zu können.

Um den Verſuchanſteller gegen alle mögliche Gefahr zu ſchützen, müſſen die Theile der Maſchine möglich ſtark ausgearbeitet, und beſonders der Deckel mit einem Sicherungskolben, durch welchen im nöthigen Falle Dämpfe entweichen können, verſehen ſeyn. Unter der Oeffnung des Deckels, über welchem der Sicherungskolben ſteht, befindet ſich eine hohle Kugel voll kleiner Löcherchen; ſie wird blos durch Cohärenz in dieſer Lage erhalten, und läßt nur den Dampf hindurch, nichts von den feſten und andern Materien, welche ſich im Digeſtor befinden.

Außerdem iſt in dem Deckel eine kleine Schale von Eiſen angelöthet, welche etwas Queckſilber enthält. Ein feines Thermometer, welches durch einen Kork geht, hängt in dem Queckſilber. Der Stand in demſelben iſt zwar

immer etwas niedriger, als die Hitze im Innern des Digeſtors; allein der Unterſchied iſt nur gering, und iſt derſelbe einmal durch Verſuche beſonders gefunden worden, ſo läßt ſich die Temperatur jederzeit leicht finden, welche die Dämpfe im Innern des Digeſtors beſitzen. Da ſich nun der Druck berechnen läßt, welchen Dämpfe von beſtimmter Wärme auf einen Kolben von der Größe des Sicherungskolbens ausüben, ſo belaſtet man die Kolbenſtange im voraus mit ſo vielen Gewichten, als der Grad der Hitze iſt, den man im Innern des Digeſtors verlangt. Im Fall alsdenn die Hitze größer würde, hebt ſich der Kolben, die Dämpfe entweichen, und es iſt nun keine Temperaturerhöhung möglich, ſondern die Hitze bleibt unverändert dieſelbe.

Andere in einigen Stücken veränderte Einrichtungen wurden beſonders in den Jahren 1816 — 1818 an mehreren Orten in Süd-Deutſchland zur Verpflegung verarmter Perſonen im Großen angewendet, um darin die ſogenannten Rumford'ſchen Suppen zuzubereiten. Um dieſe Zeit beſchäftigte ſich auch Herr **Muncke** *), damals zu Marburg, mit neuen Verbeſſerungen des Papinſchen Digeſtors. Die vom Herrn v. **Edelkranz** angegebene Einrichtung verwirft er aus techniſchen und mechaniſchen Gründen. Beſonders macht er auf das Mißliche bey der Feinheit dampfdicht eingeſchliffener Ränder von Meſſing aufmerkſam; ſchon das Abreiben mit einem Tuche, an welchem etwas Staub oder Sand hange, könne die ganze Arbeit verderben. Herr **Muncke** giebt daher beſonders zu wiſſenſchaftlichen Verſuchen folgende ſehr zweckmäßige Einrichtung an. Der Digeſtor wird vom geſchlagenen $\frac{3}{4}$ Linien dicken Kupferbleche verfertiget, welcher bis an den wenig gekrümmten Boden etwa $5\frac{1}{2}$ pariſ. Zoll Tiefe, und im Lichten $3\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer hält. Das umgebogene Kupferblech iſt ſowohl an der Seite als auch

*) Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XXIII. S. 203. ff.

am Boden mit ſogenannten Schwalbenſchwänzen ſchlaghart gelöthet, und nachher genau in die gehörige Form getrieben. Oben iſt der Rand in einen meſſingenen, bis 1 Linie tief eingeſchnittenen Ring verſenkt und ſchlaghart gelöthet. Unter dem Boden her durchkreuzen ſich zwey aus Eiſendraht oder ſogenanntem Nageleiſen geſchmiedete Bänder, deren Enden oben unter dem Ringe nach außen umgebogen ſind, und hier 4 Preßſchrauben tragen, wodurch der Deckel feſt gehalten wird. Ueber dieſe Bänder ſind außen drey mit Einſchnitten verſehene eiſerne Reife getrieben, deren unterer durch die drey Füße des Topfes getragen wird, und damit die Bänder nicht herabfallen, ſchließen ſie nicht blos überall genau an, ſondern um den Folgen der ungleichen Ausdehnung des Metalles zu begegnen, iſt das Kupfer von innen etwas herausgetrieben. Der Deckel, welcher mittelſt vier eiſerner ſtarken Klemmſchrauben die Oeffnung des Digeſtors genau verſchließt, hat in der Mitte einen im vertieften Meſſing eingeſchloſſenen eiſernen Behälter für Queckſilber, worin man ein Thermometer ſenken, und dadurch die Hitze im Innern nahe genug beſtimmen kann. Zur Sicherung dienet eine auf dem Deckel dampfdicht aufgeſchrobene mit einer engen nur $\frac{1}{2}$ Linie weiten Oeffnung durchbohrte Röhre, deren oberer Ausgang durch ein ſehr ſtumpf zulaufendes kleines eingeſchliffenes Kegelventil vermittelſt der durch eine Stahlfeder niedergedruckten Mikrometerſchraube gepreßt wird.

Für den ökonomiſchen Gebrauch müßte der Deckel von getriebenem Kupferbleche gewölbt, unten aber ebenfalls mit einer ringförmigen koniſchen Erhöhung verſehen ſeyn, welche vermittelſt etwas umgelegten Hanfes in den nach unten verjüngten Ring des Digeſtors dampfdicht gepreßt werden könnte. Ueber den Deckel müßte ein Kreuz aus ſtarken eiſernen Schienen gemacht werden, an den Enden mit Vertiefungen verſehen, in welche die vier Schrauben der Schraubenzwingen hineinpaßten,

und ſie feſt andrückten. Das Gefäß für Queckſilber fiel weg, und das Sicherungsventil blieb ungeändert.

Uebrigens hat Herr Muncke aus ſeinen Erfahrungen Regeln zur Bereitung der Knochengallerte abgeleitet, welche zur Gewinnung eines ſchmackhaften Produktes in Anwendung zu bringen ſind. Zu hohe Temperaturen, eben wie zu anhaltendes Kochen, verdarben das erzeugte Produkt, indem im erſtern Falle der Geſchmack brenzlich, im letztern grieſig oder erdig, zu werden pflegte. Herr Muncke fand am rathſamſten, die gröblich zerſchlagenen Knochen mit hinreichendem Waſſer in den Digeſtor zu thun, denſelben über Feuer zu bringen, über welchem man gewöhnlich Waſſer in einem Keſſel zu kochen pflegt, und daſſelbe ſo lange zu unterhalten, bis ein Tropfen Waſſer auf der Oberfläche des Deckels das bekannte ziſchende Geräuſch hervorbringt; wozu ungefähr eine Viertelſtunde Zeit erforderlich war. Hiernächſt wird alles Holz unter dem Digeſtor weggenommen, und es bleiben blos einige Kohlen darunter, deren Geſammtmaſſe nicht mehr als ein oder zwey Pariſer Zoll beträgt, welches völlig hinreicht, denſelben bey einerley Temperatur zu erhalten. Auf dieſe Art beträgt die Zeitdauer des ganzen Kochproceſſes eine Stunde. Ob es nun gleich gar nicht zu verkennen iſt, daß Papin's Maſchine mit Vortheil zum ökonomiſchen Gebrauche vorzüglich geeignet iſt, ſo räth doch Herr Muncke zur allgemeinen Einführung derſelben nicht an, weil ihre Behandlung den gewöhnlichen Dienſtbothen unbekannt, und daher zum Theil gefährlich, und zum Theil koſtſpieliger, als die gewöhnliche Zubereitung der Speiſen, ſeyn würde.

Pflanzen (Zuſ. z. S. 849. Th. III.). Die chemiſche Analyſe der Pflanzen und ihrer Theile, welche mit mancherley Schwierigkeiten verbunden iſt, hat durch die neuern Entdeckungen in der Chemie, auch eine größere Vollkommenheit erhalten. Zu den nähern Beſtandtheilen oder zu den unmittelbaren Erzeugniſſen des Pflanzenreichs, welche man mit Hülfe des Waſſers, Alkohols,

Aethers und anderer Auflöſungsmittel abzuſcheiden im Stande iſt, gehören vorzüglich folgende: 1. Zucker, ſchmeckt ſüß, iſt im Waſſer auflöslich, kryſtalliſirt, und giebt Sauerkleeſäure. 2. Fleiſchleim, iſt auflöslich im Waſſer und Alkohol, ſchmeckt bitterſüß, kryſtalliſirt nicht. Auflöslich in Salpeterſäure und giebt Sauerkleeſäure. 3. Asparagin, iſt in Alkohol unauflöslich, kryſtalliſirt, ſchmeckt widrig und kühlend, löſet ſich im Waſſer auf, auch in Salpeterſäure, und iſt verwandelbar in Bitterſtoff und künſtlichen Gärbeſtoff. 4. Gummi. 5. Ulmin, iſt im Waſſer auflöslich, ohne einen Schleim zu bilden, iſt geſchmacklos und kryſtalliſirt nicht. Durch Salpeter- und Chlorſäure wird er als Harz gefällt, und iſt in Alkohol unauflöslich. 6. Inulin, ein weißes Pulver, das im kalten Waſſer unauflöslich, im warmen aber auflöslich iſt, jedoch unverändert im letztern wieder niederfällt, wenn das Waſſer kalt geworden iſt; in Alkohol iſt es unauflöslich, in Salpeterſäure aber auflöslich, und giebt Sauerkleeſäure. 7. Stärke. 8. Indigo, ein blaues Pulver, welches geſchmacklos iſt, löſet ſich in Salpeterſäure auf, und wird in einen bittern Stoff und künſtlichen Gärbeſtoff verwandelt. 9. Kleber. 10. Eyweißſtoff. 11. Faſerſtoff. 12. Gallertſtoff, iſt geſchmacklos, auflöslich im Waſſer, gerinnt nicht in der Wärme, und wird durch Galläpfelaufguß gefällt. 13. Bitterſtoff, von Geſchmack bitter, von Farbe braun oder gelb, im Waſſer und Alkohol gleich auflöslich, löſet ſich auch in Salpeterſäure auf, und läßt ſich durch ſalpeterſaures Silber fällen. 14. Extractivſtoff, iſt im Waſſer und Alkohol auflöslich, unauflöslich im Aether; durch Chlorſäure, ſalzſaures Zinn und ſalzſaure Alaunerde aber nicht durch Gallertſtoff läßt er ſich fällen. 15. Gärbeſtoff, von zuſammenziehendem Geſchmack, auflöslich in Waſſer und in Alkohol von 0,810; wird durch Gallertſtoff, ſalzſaure Alaunerde und ſalzſaures Zinn gefällt. 16. Fixe Oele, ſind im Waſſer und Alkohol unauflöslich, ohne Geruch, bilden mit

den Alkalien Seifen, und gerinnen durch erdige und metalliſche Salze. 17. Wachs, iſt im Waſſer unauflöslich, im Alkohol, Aether und Oelen aber auflöslich, iſt ſchmelzbar, und bildet mit Alkalien Seife. 18. Flüchtiges Oel, vom ſtarken Geruche, im Waſſer unauflöslich, in Alkohol auflöslich, flüchtig, wird durch Salpeterſäure entzündet, und in harzige Subſtanzen verwandelt. 19. Campher, kryſtalliſirt, in Waſſer ſehr wenig auflöslich, in Alkohol, Oelen und Säuren auflöslich, brennt mit einer hellen Flamme, und verflüchtiget ſich vor dem Schmelzen. 20. Vogelleim, iſt zähe, geſchmacklos, unauflöslich in Waſſer, und zum Theil auflöslich in Alkohol. 21. Harze. 22. Guajac, beſitzt die Eigenſchaften der Harze, löſet ſich aber in Salpeterſäure auf und giebt Sauerkleeſäure, aber keinen Gärbeſtoff, wie die Harze. 23. Balſame, von ſtarkem Geruche und beſitzen die Eigenſchaften der Harze; durchs Erhitzen ſublimirt ſich Benzoeſäure, und durch Salpeterſäure werden ſie in künſtlichen Gärbeſtoff verwandelt. 24. Caoutchouc, iſt ſehr elaſtiſch, im Waſſer und Alkohol unauflöslich; in Aether geweicht wird es ein Brey, der an allem anklebt, iſt ſchmelzbar und bleibt flüſſig, ſehr brennbar. 25. Gummiharze, geben mit Waſſer milchige und mit Alkohol durchſichtige Auflöſungen, ſind in Alkalien auflöslich, werden durch Salpeterſäure in Gärbeſtoff verwandelt, ſind von ſtarkem Geruche, ſpröde, undurchſichtig und unſchmelzbar. 26. Baumwolle, beſteht aus Faſern, iſt geſchmacklos, ſehr brennbar, unauflöslich in Waſſer, Alkohol und Aether, auflöslich in Alkalien, und giebt, mit Salpeterſäure behandelt, Sauerkleeſäure. 27. Kork, brennt hell und blähet ſich auf, wird durch Salpeterſäure in Korkſäure und Wachs verwandelt, iſt zum Theil auflöslich im Waſſer und Alkohol. 28. Holz, iſt geſchmacklos, beſteht aus Faſern, im Waſſer und Alkohol unauflöslich, in ſchwacher alkaliſcher Lauge auflöslich, giebt in der

Rothglühehitze deſtillirt viel Kohle, iſt auflöslich in Salpeterſäure und giebt Sauerkleeſäure.

Außerdem ſind noch eine Menge neuer vegetabiliſcher Alkalien entdeckt worden: als Aconitin, Atropin, Brucin, Cicutin, Daturin, Delphinin, Hyosciamin, Morphin, Picrotoxin, Strychnin, Veratrin.

Da die letzten oder Grundbeſtandtheile aller Pflanzenſubſtanzen aus Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Sauerſtoff und bisweilen Stickſtoff beſtehen, ſo geht die Hauptaufgabe der Analyſe immer dahin, das Verhältniß dieſer Grundbeſtandtheile auszumitteln. Die Herren Gay-Luſſac und Thenard haben einen eigenen Apparat für die Analyſe vegetabiliſcher und animaliſcher Subſtanzen angegeben. In demſelben wurde eine getrocknete Subſtanz mit chlorſaurem Kali gemiſcht und zu kleinen Kügelchen geformt. Nachdem dieſe mittelſt eines Pfropfens von eigener Einrichtung in eine glühende Glasröhre Eingang gefunden hatten, wurden ſie augenblicklich in Kohlenſäure und Waſſer zerlegt. Erſteres Produkt wurde über Queckſilber aufgefangen, und nach ſeiner Condenſation durch Kali geſchätzt; letzteres wurde von geglühetem ſalzſauren Kalk aufgenommen, und nach der Zunahme des Gewichts deſſelben unterſucht. Durch vorausgegangene Verſuche war die Menge des Sauerſtoff's bekannt, welche ein beſtimmtes Gewicht chlorſauren Kali's auszugeben pflegt. Daher kennt man die Menge des Sauerſtoffs, des Waſſerſtoffs und des Kohlenſtoffs der Subſtanz, und ſelbſt der Stickſtoff, wenn dergleichen vorhanden iſt, wird durch den gasförmigen, nicht abſorbirten Rückſtand, angezeigt. Dieſer Apparat wurde durch Herrn Berzelius etwas abgeändert, welcher die organiſche Subſtanz in Verbindung mit einer Grundlage, gewöhnlich mit Bleyoxyd, zu prüfen pflegte. Er miſchte ein beſtimmtes Gewicht dieſer neutralen Verbindung mit einer beſtimmten Menge reinem chlorſauren Kali und rieb das Gemenge mit einer großen Menge ſalzſaurem Natron zuſammen, um die nachherige Ver-

brennung zu mäßigen. Dieſe trockene pulverige Vermiſchung bringt er in eine Glasröhre von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer und 8 oder 10 Zoll Länge, die zum Theil mit Stanniol umgeben und mit Eiſendraht umwickelt iſt. Das eine Ende der Röhre iſt hermetiſch verſchloſſen, und das andere wird zu einer ganz zarten Spitze mittelſt des Löthrohres ausgezogen. Die Spitze wird in eine Glaskugel, von 1 Zoll Durchmeſſer, gebracht, welche die Verbindung mit einer langen Röhre herſtellt, deren Mitte trocknen ſalzſauren Kalk enthält und deren anderes Ende in das Queckſilber einer pnevmatiſchen Wanne eingeht. Die erſte Röhre mit der Stanniolhülle wird allmählig der Glühehitze ausgeſetzt, und die in derſelben verſchloſſenen Subſtanzen werden in Kohlenſäure, Waſſer und Stickſtoff zerlegt, die dann übergehen, und hiernächſt zu ſchätzen ſind.

Zur Gewinnung des Stickſtoffs insbeſondere wendete Gay-Luſſac Kupfer-Peroxyd an, und D Prout [α]) empfahl zur chemiſchen Analyſe der Pflanzenſtoffe einen Apparat, welcher mittelſt einer Lampe erhitzt wird. Porrett ſuchte mit Hülfe des reducirten Kupferoxydes die Menge des Waſſerſtoffs in den Pflanzen genauer zu beſtimmen. Die Reſultate, welche durch Anwendung aller dieſer Methoden erhalten wurden, wichen aber doch bey mehreren Subſtanzen der Pflanzenkörper um ein beträchtliches von einander ab. Daher unternahm es Ure [β]), ein anderes Verfahren in Anwendung zu bringen, wodurch das Verhältniß der Grundbeſtandtheile der Pflanzen genauer gefunden werden kann. Er richtete einen Ofen von beſonderer Form ein, in welchem er mit einer Handvoll Holzkohlen, die bis zur Größe kleiner Haſelnüſſe zerkleinert werden müſſen, den Verſuch binnen einer halben Stunde ohne alle Mühe und Sorge vollenden konnte. Die Reſultate ſeiner Verſuche ſtimm-

---

α) Annals of Philosophy for Marsch 1820.
β) Philosoph. Transactions of the Royal society 1822.

ten viel genauer unter ſich zuſammen, als diejenigen, welche er vorher mit der Weingeiſtlampe erhalten hatte. Selten begnügte er ſich bey einer Subſtanz mit einem einzigen Verſuch; oft ſtellte er 6 bis 8 Verſuche hinter einander an. Folgende Tabelle giebt das Verhältniß der Grundbeſtandtheile mehrerer vegetabiliſcher Subſtanzen an:

Subſtanzen	Kohlenſt.	Waſſerſt.	Sauerſt.	Stickſt.	Waſſer	Ueberſchuß
1. Zucker	43,38	6,29	50,33	— —	56,62	— —
2. Stärke	38,55	6,13	55,32	— —	55,16	6,3 Sauerſt.
3. Harz	73,60	12,90	13,50	— —	15,20	11,20 Wſſerſt.
4. Guajac	67,68	7,05	25,07	— —	28,00	3,93 "
5. Caoutchouc	90,00	9,11	0,88	— —	0,99	9,00 "
6. Indigo	71,37	4,38	14,25	10,0	16,0	2,52 "
7. Baumwolle	42,11	5,06	52,83	— —	45,56	12,33 Stiff.
8. gem. Flachs	40,74	5,57	52,79	0,9	50,16	8,2 "
9. Wolle	53,70	2,80	31,2	12,3	25,9	8,3 "

M. ſ. Handwörterbuch der practiſchen Chemie ꝛc. von Ure, a. d. Engl. überſ. Weimar 1824. 8. Artikel: Pflanzenreich und Anhang zur ſechſten Lieferung S. 1012. ff.

Phosphorus (Zuſ. zu S. 674. Th. VI.). Ueber dieſen wichtigen Gegenſtand hat in den neuern Zeiten der Herr **Placidus Heinrich** *) durch ſeine vorzüglich ſchätzbaren Erfahrungen erſt eine beſtimmtere und genauere Darſtellung entworfen, wovon hier das Weſentlichſte angeführt werden muß. Zuerſt bemerkt er ganz richtig, daß von den Ausdrücken **Phosphor** und **Phosphorescenz** bisher noch keine beſtimmte Erklärung iſt gegeben worden; indeſſen ſchiene es ihm, die jetzigen Phyſiker und Chemiker hätten ſich ſtillſchweigend dahin verſtanden, diejenigen Subſtanzen Phosphoren zu nennen, welche 1. nur mit einem ſchwachen Lichte leuchten, das nicht anders als im Dunkeln oder zur Nachtzeit, bey gut vorbereitetem Auge, könne bemerkt werden; 2. derer Leuchten kein auffallendes, mit merklicher Wärmeentwickelung begleitetes Verbrennen andeute; 3. bey welchen während dem Leuchten

*) Die Phosphorescenz der Körper. Nürnberg 1811—1820. 4.

keine gewaltſame oder auffallende Zerſetzung vor ſich gehe, wie dieſe bey Verpuffungen, Zerplatzungen, und auch beym gewöhnlichen Verbrennen unſerer Brennmaterialien der Fall ſey; 4. endlich ſcheine der Ausdruck: Phosphorescenz, ein wenigſtens auf kurze Zeit continuirliches Leuchten vorauszuſetzen, und ſich nicht auf einen inſtantanen Lichtfunken einzuſchränken.

Nach Art, wie die Körper zum Leuchten gebracht worden, bringt Herr Heinrich alle hieher gehörige Erſcheinungen unter folgende fünf Claſſen:

1. Phosphorescenz durch Beleuchtung, oder Beſtrahlung von außen (irradiatio, insolatio); dieſe begreift das Leuchten derjenigen Körper, welches durch Beleuchten von außen erregt wird; die Körper mögen in ihrem rohen natürlichen Zuſtande ſich befinden, oder vorläufig durch unſer Zuthun vorbereitet werden; das Licht mag übrigens von Sonne und Mond, oder vom künſtlichen Feuer, der Elektricität, u. dergl. geliefert werden.

2. Phosphorescenz durch Erwärmung von außen, wohin das Leuchten der Körper gehört, wenn ſie einer höhern Temperatur ausgeſetzt werden, ohne daß zugleich Licht auf ſie fällt, alſo einer dunkeln Wärme.

3. Phosphorescenz durch innere Temperaturerhöhung, welche ſich bey chemiſchen Miſchungen, Auflöſungen, Gährungen, u. dergl. einſtellt, und wobey ſich zuweilen ein ſchwaches Licht zeigt.

4. Phosphorescenz durch freywillige Zerſetzung, welche das Leuchten vegetabiliſcher und thieriſcher Subſtanzen in ſich begreift, wenn ſie ſich der Verweſung nähern, wobey ebenfalls Beleuchtung und Erwärmung von außen nicht Statt findet.

5. Phosphorescenz durch mechaniſche Mittel, als durch Druck, Stoß, Schlag, Bruch, Reibung; ohne daß dabey den zu prüfenden Körpern Licht oder Wärme von außen mitgetheilt, noch ihr Aggregatzuſtand merklich geändert wird.

Daß ſehr viele Körper durch Beſtrahlung phosphoriſch werden, war längſt bekannt, ſo wie das Weſentlichſte davon im dritten und ſechſten Bande angeführt iſt; die nähern Umſtände und die wahre Urſache deſſelben blieben aber noch immer ein Geheimniß. Herr P. Heinrich unternahm es daher, die genaueſten Verſuche darüber anzuſtellen, um die nähern Gründe dieſer ſo merkwürdigen Phänomene aufzuſinden. Er unterſuchte nämlich in einem beſonders dazu eingerichteten dunkeln Raume, in welchem man, ohne daß das geringſte Licht hineinfallen konnte, die Phosphorescenz von einem ziemlich vollſtändigen, nach Werner's Syſteme geordnetem Mineralien-Kabinette, und beſonders noch von einer zahlreichen Sammlung von Marmorn aus Italien, Tyrol, Salzburg, Bayern, Schwaben, Bayreuth, Darmſtadt u. ſ. f. beobachten konnte. Die Exemplare waren auf einer Seite geſchliffen, und polirt, auf der andern roh, oft noch mit dem Bruche des Geſteins verſehen. Auch eine Sammlung von Alabaſtern und Karlsbader-Sintern in Täfelchen, theils geſchliffen, theils roh; eine reiche Sammlung von verſteinerten Schnecken, Muſcheln, Seegewürmen, Fiſchen, Krebſen u. ſ. f., theils noch im Geſtein ſteckend, theils frey und abgeſondert; eine Sammlung von verſteinerten Hölzern, geſchliffenen und ungeſchliffenen; eine Holzſammlung in Buchformat, in Täfelchen, in Cylindern mit allen Theilen der Pflanze, getrocknete und ſkeletirte Blätter; eine ſeltene Sammlung von Zoophyten und Seepflanzen; ein reiches Conchylienkabinet; eine Sammlung von Vögeleyern und viele ausgetrocknete Inſecten, Fiſche, Vögel u. ſ. dienten ihm zur Unterſuchung der Phosphorenz durch Beſtrahlung. Die Reſultate ſeiner Verſuche gaben ihm folgende Erfahrungsſätze:

1. Die kalkartigen Foſſilien, und überhaupt die mit geſäuerter Kalkerde hinreichend gemengten Naturprodukte ſind vorzugsweiſe die beſten natürlichen Phosphore durch Beſtrahlung.

2. Nach Verſchiedenheit der Säure, mit welcher die Kalkerde verbunden iſt, fällt auch die Phosphorescenz verſchieden aus. Ganz vorzüglich zeichnete ſich hierin die mit Flußſäure verſetzte Kalkerde, der Flußſpath aus, deſſen Phosphorescenz durch merkliche Erhitzung ſchon längſt bekannt war, ſeine ausgezeichnet lange Phosphorescenz durch Beſtrahlung aber erſt von Heinrich wahrgenommen wurde.

3. Reine Kieſel- Thon- und Talkerden oder Steine ſcheinen zum Phosphoresciren durch Inſolation untauglich zu ſeyn.

4. Die mineraliſchen Salze verhalten ſich in Rückſicht der Phosphorescenz durch Inſolation, genau wie die Kalkerden.

5. Kein brennbares Mineral, wenn es ganz rein iſt, wird durch Beſtrahlung phosphorescirend.

6. Kein reguliniſches Metall phosphorescirt durch Beſtrahlung; die Metallſalze ziemlich gut: die künſtlichen, durchs Feuer bereiteten Metalloxyde ſehr ſchwach, oder gar nicht; die natürlichen etwas beſſer.

7. Das Pflanzenreich iſt an guten Phosphorn ſehr arm, die verſchiedenen Theile der Gewächſe ſo lange ſie in ihrem natürlichen Zuſtande bleiben, geben nur ſchwaches Licht; durch vollkommenes Austrocknen aber werden ſie verbeſſert; manche Produkte und Edukte endlich phosphoresciren ſehr gut.

8. Ungebleichte Stoffe des Pflanzenreichs unterſcheiden ſich auffallend von den gebleichten in Rückſicht der Phosphorescenz, als welche durchs Bleichen in einem hohen Grade verbeſſert wird.

9. Alle thieriſche Subſtanzen, welche kohlenſaure Kalkerde enthalten, phosphoresciren ſehr gut, wenn ſie wohl getrocknet ſind: diejenigen aber, welche mehr phosphorſaure Erde enthalten, leuchten ſchwächer, doch noch immer mittelmäßig.

10. In allen drey Reichen der anorganiſchen Natur giebt es Körper, welche durch Beſtrahlung phospho-

resciren: aber auch ſehr viele, welche in ihrem natürlichen Zuſtande dieſe Eigenſchaft nicht beſitzen.

Die einfachſte Vorſtellung, welche ſich zur Erklärung der Erſcheinung aufdrängte, war bisher allgemein dieſe, daß Körper, welche durch Beſtrahlung phosphoresciren, das von außen auf ſie fallende Licht in ſich ſaugen, ſchwach an ſich halten, und dann nach und nach wieder von ſich geben. Dieſe Meinung giebt ſelbſt noch Berthollet in ſeiner chemiſchen Statik an. Allein Heinrich bemerkt, daß dieſer Vorſtellung folgende Gründe entgegen zu ſtehen ſcheinen:

a. Wenn man die beſſern Phosphore dieſer Art im Dunkeln leuchten ſieht, ſo ſcheinen ſie beynahe transparent. Man nimmt deutlich wahr, daß das Licht nicht blos von der Oberfläche ins Auge kommt, ſondern auch von innen des phosphorescirenden Körpers hervordringt. Sollte daher das Licht in den Körper nur ein Paar Linien tief eindringen, ſo mußte es gewiß von demſelben ſo ſtark angezogen werden, daß es ſchwer zu gedenken iſt, durch welche Kraft ſich es wieder davon losreißen könnte.

b. Läßt ſich nicht einſehen, woher der große Unterſchied der Phosphorescenz zwiſchen zwey dem äußern Anſehn nach ganz ähnlichen Körpern komme; z. B. zwiſchen gebleichter und ungebleichter Leinwand, zwiſchen kohlenſauren Kalkerden, und dem ganzen Talkgeſchlecht, u. ſ. f.

c. Einige Flußſpathe und Diamanten erhalten durch eine Beſtrahlung von fünf bis ſechs Sekunden eine Phosphorescenz von 50 bis 60 Minuten; hier ſcheint gar kein gerechtes Verhältniß zwiſchen der Menge eingeſogenen und wieder ausgehenden Lichtes Statt zu finden.

d. Iſt es Thatſache, daß das durch Erwärmung bewirkte Leuchten ſogleich verſchwindet, wenn man den Körper ſchnell abkühlt, d. h. daß der Effekt nur ſo lange dauert, als die Kraft wirkt. Daſſelbe muß auch hier gelten. Es muß alſo die Kraft, welche das Licht aus

dem ins Dunkele gebrachten Körper noch immer fort ausſtrömen läßt, im Innern des Körpers ſelbſt zu ſuchen ſeyn.

e. Müßte nach der gemeinen Vorſtellung die Intenſität der Phosphorescenz mit der Intenſität des auffallenden Lichtes wachſen, wenigſtens bey einem und demſelben Körper. Es lehrt aber die Erfahrung, daß eine zu ſtarke Beſtrahlung mehr ſchadet als nützt, ja daß das concentrirte Licht der Brennlinſe ſelbſt bey feuerbeſtändigen Subſtanzen dieſe Leuchtkraft ganz und gar zerſtört; mithin kann die Erſcheinung nicht in einer Zurückgabe des eingeſogenen Lichtes beſtehen.

Vermöge der vorigen Erfahrungsſätze ergab ſich, daß in allen drey Reichen der Natur diejenigen Subſtanzen die beſten Phosphore durch Beſtrahlung ſind, welche aus einer Erde und einer Säure beſtehn, oder deren Hauptbeſtandtheil eine ſäuerungsfähige und auch wirklich geſäuerte Baſis ausmacht; daher ſtellte P. Heinrich folgenden als auf eine vollſtändige Induction gegründeten Satz auf:

11. Man findet keinen natürlichen oder auch künſtlichen Phosphor durch Beſtrahlung, der nicht entweder eine geſäuerte Erde, oder einen andern mit einer Säure verbundenen Beſtandtheil enthält.

Aus dieſem Satze laſſen ſich alle Erſcheinungen über das Leuchten durch Beſtrahlung auf eine leichte und befriedigende Art erklären. Unter andern liefert einen ſchönen Beweis dieſes Satzes die Baumwolle, die Leinwand, das Papier, das Wachs, und überhaupt alle Pflanzenſtoffe, welche durch das Bleichen ihre Weiße erhalten. Ungebleicht leuchten alle dieſe Produkte entweder gar nicht, oder äußerſt ſchwach; nach dem Bleichen aber ſtehen ſie in der Reihe der beſten Phosphore. Während des Bleichens nämlich wird den vegetabiliſchen Produkten durch die Aufnahme des Sauerſtoffs die Verſchiedenheit der Farben benommen, und erhalten dadurch ihre Weiße. Beym künſtlichen Bleichen liefert

die oxydirte Salzſäure, beym gewöhnlichen aber die Luft und das Waſſer den Sauerſtoff.

Herr P. Heinrich bemerkt aber, daß wir keine Urſache hätten, den letzten Satz umzukehren, und zu behaupten: Jede Verbindung einer Erde, oder eines ſäuerungsfähigen Subſtrats mit einer Säure liefere auch einen Phosphor durch Beſtrahlung. Denn es ſey wohl möglich, daß ſich die Säure mit der Baſis ſo eng verbinde, daß gleichwohl keine Phosphorescenz durch Beſtrahlung entſtehe.

Uebrigens zieht er aus allen ſeinen angeſtellten Erfahrungen den Schluß, daß bey unverbrennlichen Subſtanzen die nächſte Urſache der Phosphorescenz durch Beſtrahlung von einem gewiſſen Verhältniſſe des Lichtes zu den Säuren herrühre. Worin aber dies Verhältniß beſtehe, was es ſey, und wie hier das Licht wirke, ſey etwas ſchwerer auszumitteln. Vermöge des aus Thatſachen von ihm erwieſenen Satzes: daß das Licht in der geſammten organiſchen uud anorganiſchen Natur immer auf Desoxydation hinwirke, glaubt er folgenden Satz mit voller Ueberzeugung als Grundſatz aufzuſtellen:

12. Alle Phosphorescenz durch Beſtrahlung iſt mit einer ſchwachen Desoxydation der phosphorescirenden Subſtanzen begleitet.

Hiernach bewirkt alſo das Sonnenlicht, oder die Beſtrahlung in den geſäuerten Körpern zwey Phänomene zugleich; Entſäuerung und Phosphorescenz, jene vermuthlich unmittelbar, dieſe mittelbar; indem die durch das von außen auffallende Licht frey gemachte Säure auch etwas Licht mit ſich fortreißt, welches Licht ſich als Beſtandtheil im Körper befand, und von jenem verſchieden iſt, das kurz zuvor auffiel, und das zur Bewirkung der Entſäuerung verwendet wurde.

Auf dieſe Art bleibt auch nach Heinrich ein anderer von ihm entdeckter Erfahrungsſatz in voller Kraft: daß nämlich immer Licht verſchwindet, wenn Sauerſtoff

frey wird, und umgekehrt Sauerſtoff verſchwindet, wenn Licht frey wird.

Geſchieht alſo die Desoxydation bey ſolchen Körpern, welche nicht lichtarm ſind, ſo kann bey der Zerſetzung und Entſäuerung auch etwas von dem zuvor gebundenen Lichte frey werden, und Phosphorescenz entſtehen. Dagegen kann ein Körper reich an Sauerſtoff ſeyn, kann durch Licht merklich entſäuert werden, und doch nicht phosphoresciren, weil er lichtarm iſt, wie das Hornſilber und die meiſten Metalloxyde.

In keinem Körper hat ein Leuchten Statt, wenn nicht auch ein Zerſetzen vor ſich geht. So oft ſich alſo aus einem Körper Licht entwickelt, können wir ſchließen, daß im Körper eine Zerſetzung, Auflöſung, Aenderung der Aggregatform u. dergl. vor ſich gehe, und ſo können wir auch ſchließen, daß die durch Beſtrahlung von außen bewirkte Phosphorescenz eine Folge der Zeſetzung ſey. Es kann daher auch eine jede Kraft, welche in einem Körper eine Zerſetzung bewirken kann, auch Phosphorescenz hervorbringen. Bey jedem vorkommenden Lichtphänomen hat man alſo nur auf die Kraft zu ſehen, welche wirkt, um eine genugthuende Erklärung zu geben, nur dies wird mit Schwierigkeiten verbunden bleiben, wie ſie wirkt. Für uns bleibt nichts übrig, als anzunehmen, daß mit der Säure zugleich eine Portion des zuvor mit dem Körper ſchwach verbundenen Lichtſtoffes frey werde, oder daß die entweichende Säure etwas Licht mit ſich fortreiße und ſichtbar mache, ſo daß die durch Beſtrahlung hervorgebrachte Phosphorescenz eine unmittelbare Wirkung der entweichenden Säure, eine mittelbare aber des die Säure frey machenden Lichtes ſey. So erklärt ſich Heinrich das merkwürdige Phänomen der Phosphorescenz durch Beſtrahlung.

Was die Phosphorescenz derjenigen Subſtanzen betrifft, welche mittelſt einer künſtlichen Vorbereitung zu erhalten ſind, ſo wurde dieſe, wie im Artikel (B. III. S. 865.) angeführt iſt, zuerſt am Bologneſer Leuchtſtein wahrge-

nommen. Herr P. Heinrich bemerkt, daß überhaupt alle künſtliche Leuchtſteine die größte Aehnlichkeit unter einander haben, und das ganze Geheimniß, dergleichen zu verfertigen, auf nichts weiter beruhe, als eine geſäuerte Kalk- oder Schwererde im Kohlenfeuer ſchicklich zu behandeln. Er geht hiebey von folgenden beyden unläugbaren Erfahrungsgeſetzen aus:

1. Viele Körper, welche in ihrem natürlichen Zuſtande durch Beſtrahlung nicht phosphoresciren, können durch Behandlung im Feuer, durch Verbindung mit Säuren, oder durch beydes zugleich in gute Phosphore umgeſchaffen werden.

2. Viele Körper, welche in ihrem natürlichen Zuſtande durch Beſtrahlung bereits phosphoresciren, können durch Behandlung im Feuer, durch Verbindung mit Säuren, oder durch beydes zugleich in noch beſſere Phosphore umgeſchaffen werden.

Thatſachen, welche die Richtigkeit des erſten Geſetzes bewahrheiteten, ſind folgende: Sehr viele Subſtanzen im Pflanzen- und Thierreiche, phosphoresciren nicht durch Beſtrahlung, wenn ſie ihre natürliche Feuchtigkeit beſitzen, erhalten aber ſogleich die Phosphorescenz, wenn ſie dieſelbe durch Röſten, Dörren u. ſ. verlieren. Den ſchönſten Beweis lieferte das Elfenbein. Es wurden nämlich mehrere Stücke davon im freyen Feuer beynahe bis zur Kohle gebrannt, ſo daß das Innere noch Weiß blieb. Dieſer innere Bruch phosphorescirte mit einem weißen, ruhigen Lichte, ungemein ſchön, 20 Secunden lang, da das Elfenbein im gewöhnlichen Zuſtande nicht halb ſo lang aushielt. Ferner wurde auch reine Kieſelerde, welche nicht im mindeſten phosphorescirte, zerſtoßen, und durch Flußſäure aufgelöſt. Die Auflöſung wurde filtrirt und getrocknet, dann geprüft: ſie phosphorescirte in dieſem Zuſtande ſehr gut.

Daß natürliche Phosphore durchs Feuer verbeſſert werden, bewies Heinrich durch mehrere Verſuche. Wenn Schwerſpath, Gyps, Marmor und Flußſpath, in gleich

großen Stücken zwey Stunden lang zwiſchen glühenden Kohlen erhitzt, dann herausgenommen, und in freyer Luft abgekühlt wurden; ſo erhielten ſie einen beträchtlich verbeſſerten Grad der Phosphorescenz. Der Schwerſpath nämlich, der zuvor 16 Secunden lang phosphorescirt hatte, phosphorescirte nun über 6 Minuten, und ſo war der Erfolg bey den übrigen Subſtanzen bey welchen die Phosphorescenz entweder ebenfalls länger anhielt, oder wenigſtens lebhafter befunden wurde.

Daß ferner natürliche Phosphore durch Verbindung mit Säuren verbeſſert werden müſſen, war ſchon eine natürliche Folge der auf Beobachtungen gegründeten Theorie der Phosphorescenz des Herrn Heinrich. Oft iſt die Säure zu ſparſam, und oft zu eng mit der Grunderde verbunden, als daß durch Beſtrahlung eine merkliche Entſäuerung könnte bewirkt werden. So ſind z. B. manche Marmorarten, Alabaſter und die gemiſchten Gebirgsarten ziemlich ſchwache Phosphore; werden aber beträchtlich verbeſſert, wenn ſie gepulvert mit Schwefelſäure vermiſcht, und durch Austrocknen wieder in conſiſtente Maſſen geformt werden.

Daß endlich natürliche Phosphore durch Zuſatz von Säuren und durch Feuer zugleich vorzüglich verbeſſert werden, ergab ſich ſchon längſt aus den im Artikel angeführten künſtlichen Phosphoren.

Die vorzüglichern künſtlichen Leuchtſteine zerfallen in drey Claſſen. Es giebt nämlich dergleichen

1. aus ſchwefelſaurem Baryt, und ſchwefelſaurer Kalkerde;

2. aus kohlenſaurer Kalkerde und Schwefelſäure verbunden;

3. aus verſchiedenen Combinationen der Erden und Säuren.

Unter den künſtlichen Phosphoren aus ſchwefelſaurem Baryt iſt der ſogenannte Bologneſer Leuchtſtein zuerſt zu bemerken, weil er nicht allein unter allen der älteſte, ſondern auch im Leuchten der beſte iſt. Herr P. Hein-

rich macht hier noch eine hiſtoriſche Berichtigung über die Erfindung dieſes Steines, und über den Namen des Erfinders ſelbſt. Nach Hrn. D. Mentzel's Schrift über dieſen Leuchtſtein läßt ſich faſt mit Gewißheit ſchließen, daß die Erfindung dieſes Leuchtſteines ungefähr auf das Jahr 1604, nicht 1630, fällt: denn Mentzel ſagt ausdrücklich:

Bononiensis tellus produxit hunc lapidem luciferum ante annos circiter septuaginta, dum haec scribo. Anno enim 1604. quidam civis Bononiensis (ut refert clar. Licetus lith. c. 2.) nomine *Vincentius Casciorolus*, chemiae deditus, ad chrysopoeiam a sutrina translatus, cum invenisset lapidem hunc sulphure ponderoso praegnantem, solarem vocavit, eumque aptum ad chrysopoeiam judicavit, etc.

Um einen vorzüglichen Leuchtſtein aus Schwerſpath zu erhalten, muß derſelbe nach Heinrich zu gröblichem Pulver geſtoßen, mittelſt Eyweiß zu dünnen Paſten geformt, und im freyen Feuer, zwiſchen glühenden Kohlen, ohne Gebläſe zwey Stunden lang gebrannt werden. Die Farbe dieſes gebrannten Steins fällt nun ins Gelbliche, iſt leicht zerreiblich, riecht ſehr ſtark nach Schwefelleber, und brauſet mit Säuren ſtark auf. Nach erfolgter Beſtrahlung von 8 bis 10 Secunden an der Sonne oder dem hellen Tageslichte leuchtet derſelbe in vollkommener Dunkle, mit einem röthlichen und feurigen Lichte, und ſchimmert beynahe wie eine glühende Kohle. Dieſer feurige Schimmer nimmt aber nach und nach ab, und endigt jederzeit mit einem ſchwachen weißlichen Lichte. In den erſten Secunden der Phosphorescenz riecht er ſehr ſtark nach Schwefel, und man glaubt auch einen feinen aufſteigenden Dunſt zu ſehen.

Herr Heinrich ſucht auch bey dieſem künſtlichen Leuchtſteine zu beweiſen, daß hier ebenfalls, wie bey den natürlichen Phosphorn eine ſchwache mit einem leuchtenden Phänomen begleitete Entſäuerung durch Licht vorgehe,

und daß die Behandlung im Feuer nur dazu diene, den Stein ſowohl zur Entſäuerung als zur Lichtentwickelung geſchickter zu machen.

Bey den übrigen künſtlichen Phosphoren, welche aus kohlenſaurer Kalkerde und Schwefelſäure verbunden, ſo wie aus verſchiedenen Combinationen der Erden und Säuren, ſind verfertigt worden, wozu Herr Heinrich ſehr gute Vorſchriften giebt, behauptet er ebenfalls, daß das Leuchten derſelben keine bloße Zurückgebung des kurz zuvor eingeſogenen Tages- oder Sonnenlichtes ſey. Er glaubt erwieſen zu haben, daß das Leuchten der natürlichen und künſtlichen Phosphore nicht dem Weſen, ſondern nur dem Grade nach unterſchieden ſey, und auf denſelben Grundſätzen beruhe. Bey beyden finde Zerſetzung Statt, bey natürlichen Phosphoren äußerſt ſchwache, bey künſtlichen ſchnellere. Es würden keine guten Phosphore ſeyn, wenn ſie nicht ihre Säure und ihr Licht ſo willig und reichlich fahren ließen, ſobald ſie von der Sonne beſtrahlt werden. Es iſt alſo nach Herrn Heinrich die Phosphorescenz aller natürlichen und künſtlichen Phosphore blos eine Folge einer mittelſt des Lichtes bewirkten Entſäuerung derſelben.

Was die Phosphorescenz der Körper, welche die äußere Temperatur-Erhöhung bewirkt, betrifft, ſo hatten zwar ſchon einige Naturforſcher, beſonders Herr **Wedgwood**, der jüngere, eine Menge von Verſuchen angeſtellt; allein ſie ſchienen dem Herrn P. Heinrich nicht hinreichend zu ſeyn, die wahre Urſache dieſer Phosphorescenz daher abzuleiten. Er unternahm es alſo, nicht allein die bekannten Verſuche zu wiederholen, ſondern auch eine Reihe neuer Verſuche hinzuzuthun. Hiezu bediente er ſich einer aus dickem Kupfer gehämmerten Schale mit aufgeworfenem Rande zur Unterlage, welche jedesmal bis zum Rothglühen erhitzt, und noch glühend in den dunkeln Raum, worin P. Heinrich ſich eingeſchloſſen befand, gereicht wurde. Er beobachtete nicht blos das Leuchten gepulverter Subſtanzen, ſondern er erhitzte

zugleich, wo es anging, Stücke von 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ Cubikzoll, nach Beſchaffenheit der Mineralien, und fand im letztern Falle Erſcheinungen, die man im gepulverten Zuſtande der Körper nicht wahrnimmt. Seine gefundenen Reſultate ſind in folgender Tafel auszugsweiſe enthalten:

Benennung der Subſtanzen	Leuchten ganzer Stücke auf glühendem Kupfer erhitzt		Kleine Stücke, und grobkörniges Pulver auf dunkelheißem Kupfer erhitzt	
	Dauer	Intenſität und Farbe d. Lichtes	Dauer	Intenſität und Farbe des Lichtes
Weißer Marmor aus Tyrol	3 Min.	1, gelb, grün, weiß	3 Min.	1, orange, gelb, grün, weiß
weißer Carariſcher Marmor	-75 Sek.	2, weiß	50″-10″	3, weiß, matt
ſchwarzer Bayreuther Marmor	1′	3, weiß	1′ 10″	3, glänzend, weiß
gemeiner Kalkſtein von Regensburg	5′ —	2, grün, gelb, weiß	2′ 14″	1, glänzend, orange, gelb
harter, körniger Kalkſtein	1 30″	3, gelb	2 30 2 42	2, glänzend gelb
grauer Stinkſtein	1 9	2, gelblich weiß	1 5	1, prächtig orange
Cöllniſche Kreide	1 9	6, matt weißlich	— 45	4, matt weißlich
verhärteter Mergel	— 40	3, 5, —	— 13	4, gelblich weiß
weißer, dichter Kalkſinter	2 10	1, glühend feurig	—	— —
weißer, polirter Kalkſpath	Null	3, weiß	— 5	3, hell
kryſtalliſirter Kalkſpath	— 10	5, —	3 — 1 46	2, glänzend, goldgelb
gemeiner Doppelſpath	Null	Null	— 20	3, ſchwach, weißlich
Isländiſcher Doppelſpath	2 15	3, hellgelb	2 15	3, hellgelb, weiß
Arragonit	5 0	3, weiß	1 50	3, glänzend
dunkelblaue Flußſpatherde	— 15	5, mattweiß	— 30	3, goldgelb
gelber Flußſpath	—	— —	—	1, ſmaragdgrün
blauer Flußſpath	—	— —	—	1, grün, gelb
dunkelgrüner Flußſpath	—	— —	—	1, blau, grün, gelb
blaßgrüner Flußſpath	—	— —	—	1, blau, grün, gelb
Gyps mit Leberſtein	—	2, glühend hell	3 —	2, orange
dünnes Frauencis	Null	Null	— 6	5, Funken, mattweiß
weißer Alabaſter	Null	Null	— 45	4, gelblich
Apatit	1 54	3, gelblich	2 —	2, glänzend gelb
phosphorſaure Auſterſchale	—	— —	— 20	5, mattweiß
phosphorſaure Kalkerde	—	— —	— 30	5, weißlich

Benennung der Subſtanzen	Leuchten ganzer Stücke auf glühendem Kupfer erhitzt		Kleine Stücke, und grobkörniges Pulver auf dunkelheißem Kupfer erhitzt	
	Dauer	Intenſität und Farbe d. Lichtes	Dauer	Intenſität und Farbe des Lichtes
Whiterit aus Böhmen	2′ – 3′	1, glühend, goldgelb	—	2, blau, goldgelb
Schaaliger Schwerſpath	Null	Null	1′ 10′	2, glühend, gelb
Blätteriger weißer Schwerſpath	Null	Null	1 50	2, glänzend, goldgelb
Schwerſpath von Bologna	Null	Null	1 55	4, glühend, gelblich
gebrannter Schwerſpath	Null	Null	— 5	5, gelblich matt
Hyacinth	0′ - 15″	3, hellweiß	— 21	5, mattweißlich
Orientaliſcher Rubin	Null	Null	— 16	4, ſchimmernd, gelblich
Saphir	Null	Null	— 24	5, mattweiß
Oriental. Smaragd	— 20	3, gelblich	— 5	5, matt
Beryll	–	5, zweifelhaft	— 12	5, gelblich
Chryſolith	Null	Null	— 16	5, gelblich
Chryſopras	Null	Null	— 6	6, mattweiß
weißer oriental. Topas	— 6	5, mattweiß	—	— —
gelber ſächſiſcher Topas	2 30	2, hellgelb	1 —	3, grünlich
weißer böhmiſcher Topas	1 10	3, glänzend	1 48	2, glänzend
gemeine Granaten	— 3	6, ſehr matt	— 20	5, ſchwach
Leucit	Null	Null	Null	Null
Amethyſt	Null	Null	2 —	2, grün, gelb
Chalcedon geſchliffen	— 30	4, weiß	— 30	4, hellgelb
Chalcedon ungeſchliffen	— 30	4, —	— 30	4, hellgelb
Achat	Null	Null	— 20	5, mattweiß
Carneol	— 13	5, matt	— 13	5, weißlich
Opal	—	6, kaum bemerkbar	— 16	5, mattweißlich
Holzopal	—	— —	—	6, augenblicklich Funken
Jaspis	— 15	4, 5, 6, weiß	— 30	4, 5, 6, verſchieden
Bergkryſtall	—	4, hellweiß	— 40	5, mattweiß
Kieſelſteine	Null	Null	1 20	4, weiß
Flußſand	—	— —	— 35	2, orange, gelb
roſenfarbiger Quarz	—	6, —	— 24	5, matt
Praſem	—	6, —	1 40	5, matt
graue Wacke	—	3, gelblicht	1 10	2, grünlicht
lapis Lazuli	—	3, glänzend	2 30 oder 32	2, orange
Stangenſchörl	Null	Null	— 14	6, ſehr matt
Pharmacolith	—	— —	2′ —	2, blau
Zeolith	Null	Null	—	momentane Funken
weißes Glas	Null	Null	1 18	4, glänzend, gelblicht
Crownglas	Null	Null	—	Null
Flintglas	Null	Null	— 4	6, ſehr matt

Benennung der Substanzen	Leuchten ganzer Stücke auf glühendem Kupfer erhitzt		Kleine Stücke, und grobkörniges Pulver auf dunkelheißem Kupfer erhitzt	
	Dauer	Intensität und Farbe d. Lichtes	Dauer	Intensität und Farbe des Lichtes
gelbes Glas	0′ 30″	4, gelblicht	0′ 15″	5, mattweiß
dunkelblaues Glas	— 3	5, matt	— 7	5, weißlicht
ſchwarzer Fluß	— 14	5, gelblicht	— —	6, momentane Funken
gelbe Talkerde	—	— —	— 54	4, gelblicht
erdiger, weißer Talk	—	— —	— 48	4, gelblicht
weiße Bittererde	1 —	3, gut weißlicht	1 30	2, orange
Talkſchiefer	Null	Null	— 24	4, weißlicht
weicher Speckſtein	Null	Null	— 10	5, mattweiß
Serpentinſtein	Null	Null	— 30	3, weißlicht
Nephrit	Null	Null	— 50	3, ſchimmernd, gelb
Strahlſtein	Null	Null	— 16	5, ſchwachweiß
Asbeſt	Null	Null	— 30	4, weißlicht
Amiant	—	6, äußerſt matt	— 45	3, gelb, weiß
Porzellanthon	—	5, mattweiß	1 —	4, mattweiß
Walkererde	Null	Null	1 —	5, weiß
gebrannter Thon	Null	Null	— —	6, augenblickl. Schimmer
Thonſchiefer	Null	Null	— 42	5, weißlicht
Brandſchiefer	1 30	6, ſehr mattes Licht	1 50	6, ſehr matt
Wetzſchiefer	—	4, gelblicht	2 20	3, orange, gelb
Alaunſtein	2 —	3, gelblicht	2 —	2, gelb
dichter Feldſpath	2 —	2, grün	2 30	1, grün
kryſtalliſirter Feldſpath	2 —	2, orange	2 45	1, glänzend, orange, grün
Labradorſtein	— 20	4, hell, weißlicht	— 33	2, ſchön glänzend
Chloritſchiefer	1 —	4, fleckigt	1 20	2, glänzend gelb, weiß
ſchwarzer Glimmer	Null	Null	— 20	4, ſchimmernd gelblicht
Baſalt	Null	Null	— 17	4, — —
Glimmerſchiefer	Null	Null	— 36	5, gelblicht
Grünſtein	Null	Null	— 33	4, gelb, glänzend
Granit	Null	Null	— 45	4, weißlich
Granit mit Quarz	1 —	3, grünlich	1 16	3, hell, grünlich
Porphyr-Granit	—	3, weiß	1 52	2, glänzend, grünlich
künſtl. Bologneſer Phosphor	—	— —	— 20 — 5	2, 3, goldgelb, gelblicht
Cantons Phosphor	—	— —	1 10	3, ſchwachgelb
ätzendes Kali	Null	Null	Null	Null
mineraliſches Kali	—	— —	1 20	4, etwas hell

Benennung der Subſtanzen	Leuchten ganzer Stücke auf glühendem Kupfer erhitzt: Dauer	Intenſität und Farbe d. Lichtes	Kleine Stücke, und grobkörniges Pulver auf dunkelheißem Kupfer erhitzt: Dauer	Intenſität und Farbe des Lichtes
vegetabiliſches Kali			1′ 30″	2, helles Funkenlicht
Holzaſche			— 25	5, mattweiß
Potaſche			1 20	1, orange, glänzend
Salpeter			— 14	6, nur Funken
Küchenſalz			— 20	5, weißlicht
Bitterſalz			— 28	5, mattweiß
Weinſteinſäure			—	6, nur augenbl. Funken
Milchzucker			—	6, eben ſo
Salmiak			— 12	5, weißlichmatt
Alaun				gar nichts
Borax und Boraxſäure				nichts

Beym Diamant fand Heinrich in Anſehung ſeiner Phosphorescenz ſehr viele Verſchiedenheiten. Einige wurden ſchon durch eine ſehr mittelmäßige Temperatur-Erhöhung zum Leuchten gebracht, andere erforderten einen ſehr hohen Grad von Hitze, und, wenn auch einige gar nicht leuchten wollten, ſo glaubt doch Heinrich, daß ſie bey einer hinreichenden Hitze phosphoresciren.

Ueber die Phosphorescenz der Metalle, Metalloxyde und der metalliſchen Salze fand Heinrich die in folgender Tafel enthaltenen Reſultate:

Beſchaffenheit des Lichts	Reguliniſche Metalle, fein gefeilt	Foſſile Metalloxyde	Künſtliche Oxyde durch Feuer	Künſtliche Oxyde durch Säuren oder Metallſalze	Oxyde durch Säure und Feuer
Leuchten mit Funken	Platin Gold Silber Kupfer Zinn Bley	Spatheiſen hellgelber Ocher gelber verhärteter Ocher Zinngraupen grüner Bleyſpath erdiger Galmey	Eiſenſchlacke Bleyaſche	Goldauflöſung in Königswaſſer ſalzſaures Silber ſalpeterſaures Silber Kupfergrün, Grünſpan Braunſchweigergrün ſalpeterſaures Kupfer ſalzigſaures Queckſilber	ſalpeterſaures Silber ohne Kryſtalliſationswaſſer oder Höllenſtein

Beſchaffenheit des Lichts	Regulinische Metalle, fein gefeilt	Foſſile Metalloxyde	Künſtliche Oxyde durch Feuer	Künſtliche Oxyde durch Säuren, oder Metallſalze	Oxyde durch Säure und Feuer
Leuchten mit ſchwachem Verbrennen begleitet	Zink, Wismuth, Spiesglanz	Zinnober mit Quarz, käuflicher Zinnober, kubiſcher Schwefelkies, kryſtalliſirter Eiſenglanz, rother Glaskopf, Umbra, Bleyglanz, Wismutherz	geſchwefeltes Zinn oder Muſivgold, Ofenbruch mit Silber und Bleygehalt	ſchwefelſaurer Queckſilberkalk, ſchwefelſaure Zinkſpäne	
Leuchten mit permanent ruhigem Lichte	Eiſen gedieg., Kupfer, Zinn	gelbes Kupfererz, Malachit, Magnetſtein, Braunſtein, Glaskopf, Bohnenerz, dunkler Ocher, braune Blende, natürlich. Berlinerblau, Spiesglanzerz, Federerz, Sand- und Erd-Kobalt	Mennig, Zinkblumen, Spiesglanzoxyd, Vitrum Antimonii, Smalte	Silberkalk der Fabrik, ſchwefelſaures Eiſen, ſalzſaure Zinkſpäne, kryſtalliſirte Zinkoxyde, Schminkweiß, Brechweinſt., Bleyweiß	Sacharum Saturni
Gar kein Licht	Queckſilber		Merc. calcin. per se, Aethiops per se, Eiſenmohr, Zinnaſche, Bleyglätte	Ammoniacalgrün, Mercur. dulc., phosphorſaures Queckſilber, Salz und ſalpeterſaures Zinn, ſalpeterſaures Bley, Zinkvitriol	

Ueber die Verſuche mit verbrennlichen Subſtanzen erhielt Heinrich Reſultate, welche in folgender Tafel enthalten ſind.

Benennung der Subſtanzen	Leuchten ganzer Stücke auf glühendem Kupfer erhitzt		Kleine Stücke, und grobkörniges Pulver auf dunkelheißem Kupfer erhitzt	
	Dauer	Intenſität und Farbe d. Lichtes	Dauer	Intenſität und Farbe des Lichtes
glänzende Steinkohle			0′ 7″	5, Funken, matt
matte Steinkohle			— 6	5, Funken
Torf			— 10	5, Funken, matt
Graphit			1 36	3, 4, hell, grünlich
käufl. Reisbley			1 20	3, 4, hell, grünlich
Bernſtein			2 —	2, feurig, goldgelb
			1 22	5, 6, Funken, ſehr
ſchwarzer Gagat			— 8	matt
Schwefel			—	Verbrennen mit Flamme
Stein vom Veſuv		ſehr ſchwach	— 42	4, gelblich
poröſe Lava	Null	Null	—	momentanes Licht, gelblicht
Bimsſtein	Null	Null	— 4	6, kaum bemerkb.
Schmiedekohle			— 8	6, Funken
faules Holz			—	Funken, Glühen
Bohnen			1 24	4, bläulich
Mays			1 30	3, hell
Roggenmehl			1 28	3, hell, weiß
Kleyen			— 28	5, weißlich
Stärke			1 16	4, 5, weißlich
weißes Papier			— 30	3, hellgelb
Melis-Zucker			—	lodernde Flamme
Maſtix			— 20	4, Funken, gelbl.
Menſchenzahn		glühend	3 10	2, grün, weiß
Biberzahn		glühend	3 —	2, grünlich
Elfenbein	3′ 30″	2, glänzend, grünlich	3 —	2, grünlich
ditto ſcharf gebrannt			— 8	6, kaum bemerkb.
Ochſenknochen			5 0	1, grünlich, weißl.
ditto weiß gebrannt			1 2	4, weißlich
Geweih von Elenthier			2 —	1, grünlich
Haaſenknochen	1 20	1, gelbes Flämmchen	3 —	1, grünlich
Baarten des Wallfiſches	Null	Null	Null	Null
Foſſile Knochen			3 —	2, gelb
Hühnerknochen	—	2, ſchön	1 40	2, gelblich
ditto gebrannte			1 —	3, grünlich
Eierſchalen			3 —	3, grün, gelblich
Karpfenſtein			1 30	3, weiß
ditto Grätte			2 8	2, hellweiß
os sepiae			2 —	2, blau, hellweiß
Krebsſcheeren	—	glüh. röthl.	4 —	1, grünlich
Krebsaugen			2 —	2, gelblich
			1 4	
Gartenſchneckenhaus			1 30	2, weiß
			1 5	

Benennung der Subſtanzen	Leuchten ganzer Stücke auf glühendem Kupfer erhitzt		Kleine Stücke, und grobkörniges Pulver auf dunkelheißem Kupfer erhitzt	
	Dauer	Intenſität und Farbe d. Lichtes	Dauer	Intenſität und Farbe des Lichtes
Perlen aus den Bächen			— 40	3, hellgelb
ditto Muſchel	— 40	3, hellweiß	1 52	3, ſchön weiß
Auſterſchalen		4, ſchwach	3 —	2, grün, gelb
Jacobsmuſchel		5, matt	3 10	1, goldgelb, weiß
Kegelſchnecke	Null	Null	2 —	4, weißlich
weiße Korallen		4, hell	2 —	2, gelblich
Seeſchwamm		1, goldgelb	3 — / 4 —	1, orange, goldgelb
Millepora lichenoides	— 20	1, glänzend, gelblich	1 —	2, grünlich
Gorgonia flabellum	Null	Null	Null	Null

Auch über die Phosphorescenz einiger Oele und Fette hat Herr P. Heinrich Verſuche angeſtellt, deren Reſultate folgende Tabelle angiebt:

Namen der Oele	Specifiſches Gewicht	Temperatur hieben	hört auf zu leuchten	Barometerſtand	Temperatur des Barom.
gewöhnl gelb. Olivenöl	0,91806	+ 17,2 R.	+ 180 R.	26'' 9''' 0	+ 16,3
Provenceröl	0,90502	17,3	190	— 8 9	+ 16,3
Mandelöl	0,91434	17,3	200	— 8 8	16,3
Rübſenöl	0,91248	17,4	155	— 8 7	16,3
Leinöl	0,92924	17,4	85	— 7 8	16,3
Mohnöl	0,93966	17,5	91	— 7 8	16,3
Nußöl	0,91227	17,5	90	— 7 7	16,3
Steinöl, weißes	0,66033	17,5	75	— 11 9	16,3
ditto röthlich	— —	— —	79	27 0 8	16,5
Terpentinöl, friſches	0,88081	17,5	68	26 11 9	16,5
ditto altes	— —	— —	79	27 0 8	16,5
Hirſchhornöl	— —	— —	gar nicht	27 0 8	16,5

Da vermöge der Reſultate aller dieſer Verſuche, wodurch die Phosphorescenz der meiſten natürlichen Körper mittelſt Temperaturerhöhung von außen bewirkt wurde, die geſäuerten Kalk- und Schwefelerden ſich vor allen andern durch ihr leuchten auszeichneten; ſo läßt ſich nach Heinrich hieraus ſchließen, daß die Säuren hier eben ſo, wie bey den Körpern durch Beſtrahlung, zur Phosphorescenz beytragen. Seiner Bemerkung zu Folge iſt bekannt, daß die Kohlen- Flußſpath- und Schwefelſäure ſchon durch eine mittelmäßige Hitze aus den Kalkſteinen, Schwerſpäthen, und andern damit geſäuerten Foſſilien

zu entweichen anfangen. Sobald daher dieſe Erden über Kohlen, oder in der kupfernen Schaale, oder wie immer erhitzt werden, ſo entwickeln ſich ihre Säuren, und entweichen zum Theil; und da ſich zu gleicher Zeit im Dunkeln ein ſchönes Lichtphänomen darſtellt, welches bey ungeſäuerten Erden ausbleibt, ſo glaubt Heinrich daraus mit Grund zu ſchließen, daß die aus den Körpern entweichende Säure den Lichtſtoff mit ſich entführe, und in Freyheit ſetze, weil doch die Säure ſelbſt nicht leuchtend, nicht Lichtſtoff ſey; und er halte ſich zu dieſem Schluſſe deſto mehr berechtigt, weil er ſehe, daß dieſelbe Erde bey einem zweyten Verſuche viel ſchwächer leuchte, und endlich zu oft, oder zu ſtark gebrannt, vollends dunkel bleibe, zugleich aber auch ganz entſäuert und ätzend befunden werde. Das Leuchten alſo beginne, wachſe, nehme ab, höre auf mit der beginnenden, wachſenden, abnehmenden und vollendeten Verflüchtigung der Säure. Aeußere Temperaturerhöhung bewirke daher unmittelbar die Ausſcheidung der Säure, mittelbar die Freymachung des Lichtes.

Weil aber durch Temperaturerhöhung nicht allein geſäuerte Erden, ſondern noch viele andere Subſtanzen, leuchten, bey welchen man keine Entweichung der Säure vorausſetzen kann, ſo glaubt Heinrich dieſe merkwürdigen Erſcheinungen auf folgende Art zu erklären: Nach ihm ſind alle Körper, welche wir der Feuerprobe unterziehen, entweder unverbrennliche, oder verbrennliche, oder aus beyden gemiſchte, ſo zu ſagen Mittelkörper. Die unverbrennlichen leuchten durch äußere Temperaturerhöhung, wenn und ſo lang ſie eine Säure enthalten, welche durch Erwärmung ausgetrieben werden kann, und die zugleich das mit den Beſtandtheilen des Körpers oder etwa gar der Säure verbundene Licht frey macht und entführt. Körper, in welchen von Natur aus eine Säure herrſchend iſt, werden vor andern gut leuchten. Dergleichen ſind die mit Kohlen- Flußſpath- Phosphor- und Schwefelſäure begabten Kalk- und Schwererden,

gemiſchte Thon- und Kalkerden, Neutralſalze mit einer erdartigen Grundlage. Körper, welche von Natur ſparſam mit einer Säure verſehen ſind, werden ſchwach leuchten, als viele Thon= Talk- und Kieſelerden, oder Steine. Körper endlich, die von der Natur gar keine Säure erhalten haben, oder welchen man ſie durch heftiges Brennen, oder andere Proceſſe wieder entzogen hat, werden gar nicht leuchten, wie z. B. ausgebrannter Kalkſtein, Schwefelſpath, Thon, u. dergl., auch alle vollkommen reine, entſäuerte Grunderden, wenn ſie darſtellbar wären.

Verbrennliche Körper leuchten nach Heinrich durch äußere Temperaturerhöhung, wenn und ſo lang ſie Brennſtoff enthalten, welcher durch Erwärmung kann ausgetrieben werden, und der zugleich das mit den Beſtandtheilen des Körpers, oder etwa gar des Brennſtoffs verbundene Licht frey macht, und entführt. Körper alſo, welchen von Natur aus viel Brennſtoff zu Theil geworden iſt, werden vor andern gut leuchten, z. B. der Diamant, und die mit Kohlen= Waſſer- Phosphor= und Schwefelſtoff reichlich verſehenen Subſtanzen des Pflanzen= und Thierreichs. Körper dagegen, welche von der Natur ſparſam mit Brennſtoff verſehen ſind, werden ſchwächer leuchten, wie es mit den brennenden Materialien zu ſeyn ſcheint. Körper endlich, welchen der Brennſtoff durch heftiges Feuer und andere Proceſſe bereits entzogen iſt, werden gar nicht leuchten z. B. ausgebrannte Laven, brenzliche Oele, Holzaſche, die nach dem Verbrennen rückſtändige Kohle animaliſcher und vegetabiliſcher Subſtanzen, Metalloxyde durchs Feuer.

Als Mittelkörper betrachtet Heinrich a) mehrere Metalle, bey welchen man weder Säure noch Brennſtoff wahrnimmt, z. B. Platin, Gold, Silber, Queckſilber, daher ſie auch auf der heißen Kupferplatte kein eigentliches Leuchten, ſondern nur ein kurzes Funkenlicht äußern, oder wohl gar dunkel bleiben; b) tropfbare, nicht verbrennliche Flüſſigkeiten, welche bey gehöriger Wärme in Dämpfe übergehn, ohne zerſetzt zu werden.

Außer der Beſchaffenheit des Körpers wird nach Heinrich die Phosphorescenz auch von der den Effekt hervorrufenden Kraft abhangen, wohin vorzüglich das Licht und die Wärme gehören.

Herr Deſſaignes *) ſtellte um dieſelbe Zeit, als es Herr Heinrich that, ebenfalls eine Reihe von Verſuchen über die Phosphorescenz durch Beſtrahlung und durch Temperaturerhöhung an. Erſterer kömmt mit letzterm in Anſehung der Phosphorescenz durch Beſtrahlung und durch Temperaturerhöhung darin überein, daß er behauptet, das auf den Phosphor fallende Licht werde nicht von demſelben aufgenommen, ſondern diene nur dazu, das in ihm ſchon vorhandene leuchtende Fluidum in Bewegung zu ſetzen. Deſſaignes gründet ſeine Behauptung auf folgende Verſuche: Er ließ nach und nach die einfachen prismatiſchen Farbenlichtſtrahlen auf alle künſtlich zubereitete Phosphore fallen, und fand bey jedem farbigen Strahle, daß gleichwohl Canton's Schwefelphosphor beſtändig ſein gelbes, der Balduiniſche ſein weißes Licht aushauchte; die Glycindererde ihr grünes, und der Bologneſerphosphor ſein röthliches Licht von ſich gaben. Außerdem bereitete er Canton's Phosphor in einer dicken, an dem einen Ende verſchloſſenen, und durchaus mit Kitt wohl beſchlagenen Glasröhre; hierauf, um alle Lichteinſaugung vollkommen abzuhalten, füllte er die Röhre mit Sand und Queckſilber aus, und ließ ſie in einem finſtern Orte abkühlen. Dieſer Phosphor ward ohne alle Beſtrahlung von außen, durch die bloße Wärme der Hand leuchtend, und auf einem dunkel warmen Ofen hauchte er einen lebhaften gelblichen Schimmer aus. Hieraus ſchließt Deſſaignes, daß das Licht der Phosphorescenz ſchon vor aller Beſtrahlung in den Körpern exiſtirt habe.

Herr Deſſaignes hatte bey ſeinen Verſuchen entdeckt, daß die Salien, wenn ſie in der Glühehitze ihre

*) Die Phosphorescenz der Körper von Plac. Heinrich. 1te Abh. S. 107. f. 2te Abh. S. 284. ff.

Phosphorescenz durch Temperaturerhöhung verloren haben, dieſelbe ohne alle fernere Beſtrahlung ſchon durch Wiedergabe der verlornen Feuchtigkeit wieder erlangen. Aus dieſen und andern Verſuchen ſchließt nun Deſſaignes, daß die Phosphorescenz durch Beſtrahlung nicht die Folge einer Lichteinſaugung ſey, ſondern daß ſie von einem in den Körpern verborgenen, und durch die abſtoßende Kraft des Lichts in Bewegung geſetzten Flüſſigen herrühre; denn man könne ſie den Körpern entziehen und wieder geben, ſo wie man ihnen das phosphoriſche Flüſſige entziehe oder zurückgebe. — Müßte nicht nach jener Hypotheſe die Kohle, welche am meiſten Licht einſauge, auch am ſchönſten phosphoresciren? — Habe man einmal erwieſen, daß die Körper durch ihr eigenes Fluidum leuchteten, und daß ſie dieſe Eigenſchaft ſo lange beſäßen, als der kleine Vorrath ihres Flüſſigen nicht zerſtreuet werde, ſo folge nothwendig, daß der Lichteindruck nicht von einem aus ihnen ausſtrömenden, ſondern nur in Schwingungen verſetzten, Fluidum herrühre.

Nach Deſſaignes muß man in nicht metalliſchen Körpern zweyerley Art von Waſſer zulaſſen, ein combinirtes, und ein in die Zwiſchenräume verſetztes. Das erſtere iſt nach ihm die Hauptquelle aller vorübergehenden Phosphorescenzen, welche kein Reſultat der Verbrennung ſind. Uebrigens ſoll dieſe Flüſſigkeit, als die Hauptquelle aller vorübergehenden Phosphorescenzen, welche kein Reſultat der Verbrennung ſind, von elektriſcher Natur ſeyn, indem ſie dem Geſetze der Leiter und Nichtleiter der Elektricität unterworfen iſt.

Gegen die angeführten Erklärungen über die Urſachen der Phosphorescenz durch Beſtrahlung und Temperaturerhöhung der Herrn Heinrich und Deſſaignes, macht der Herr v. Grotthuß *), der ſich ebenfalls um dieſe Zeit mit einigen Verſuchen über dieſen Gegenſtand

*) Schweigger's Journal für Chemie u. Phyſik. B. XV. S. 178. ff.

beſchäftigte, einige nicht unerhebliche Einwendungen. Im Diamant und im Glaſe laſſe ſich, wenigſtens nach unſerer gegenwärtigen Kenntniß dieſer Körper, weder ein Waſſergehalt, noch viel weniger ein Säuregehalt, vermuthen, und doch leuchteten ſie durch Beſtrahlung ſowohl als auch durch Temperaturerhöhung. Ferner habe Herr Deſſaignes in keinem einzigen unlößlichen Phosphor, blos durch die ihm mitgetheilte Feuchtigkeit allein, ohne vorhergegangene Beſtrahlung (ſey es nun mittelſt des Sonnenlichtes oder mittelſt des Lichtes glühender oder brennender Subſtanzen) die geringſte Phosphorescenz erwecken können. Ob nun gleich in Hinſicht der Salze die von Deſſaignes wahrgenommene Beobachtung, daß dieſelben, wenn ſie in der Glühehitze ihrer Phosphorescenz durch Temperaturerhöhung beraubt worden ſind, ohne alle fernere Beſtrahlung die Phosphorescenz durch Wiedergabe der verlornen Feuchtigkeit wieder erlangen, ihre Richtigkeit habe; ſo gebe es doch ohne allen Zweifel in der Natur Phänomene, welche den zu allgemeinen Anſichten des Herrn Deſſaignes, als wenn das Waſſer die Hauptquelle aller vorübergehenden Phosphorescenzen ſey, eben ſo ſehr widerſprächen, als auch der grundloſen Hypotheſe des Herrn Heinrich, welcher meine, daß jene Phosphorescenzen nur eine Folge einer mittelſt des Lichtes oder gelinder Wärme bewirkten Entſäuerung der leuchtenden Mineralien ſeyn, ungeachtet doch dabey im allgemeinen weder eine Entſäuerung Statt finde, noch jemals bey einer wirklichen Entſäuerung Lichtentwickelung als Folge derſelben beobachtet worden ſey. Vielmehr ſcheine es, daß bey einer wahren Entſäuerung, z. B. wenn ſalzſaures Silber dem Sonnenlicht ausgeſetzt werde, eher eine Lichtabſorption aber keine Lichtentwickelung Statt habe; auch laſſe ſich vielleicht das abſorbirte Licht in der hiebey frey werdenden Salzſäure oder vielmehr oxydirten Salzſäure durch neue Verbindung derſelben mit andern Baſen nachweiſen. Wie ſehr müßte nicht das ſalzſaure Silber durch Beſtrahlung leuchten, wenn die Phospho-

rescenz wirklich Folge einer Entſäuerung wäre? Es leuchte aber gar nicht, wie er ſich deſſen ſelbſt verſichert habe.

Sonſt bemerkt Herr v. Grotthuß noch, daß gewiß kein Chemiker, gewohnt nur an der Hand der Erfahrung im Gebiet der Wiſſenſchaft fortzuwandeln, den Erklärungen des Herrn Heinrich Glauben beymeſſen werde, weil er dieſe treue Dienerin der Wahrheit, weil er ſeine Freundin, ſeine Leiterin in denſelben vermiſſe. Sie bedürften daher keiner Widerlegung; denn der Verfaſſer habe auch nicht einen einzigen Verſuch angeſtellt, die vermeintlichen Säuren in ſchicklichen Gefäßen aufzufangen, und die Natur derſelben auszumitteln, die ſich, wie er behaupte, blos durch Beſtrahlung ſchon aus dem Diamant, vielen Edelſteinen, dem Flußſpath, dem Bononiſchen Stein u. ſ. w. entwickeln ſollten.

Gegen die Behauptung der Herrn Heinrich und Deſſaignes, daß nämlich das auf den Phosphor fallende Licht von demſelben nicht angeſogen werde, ſondern vielmehr dazu diene, den in ihm ſchon vorhandenen leuchtenden Stoff in Bewegung zu ſetzen, führt der Herr v. Grotthuß an: wenn man auch annehmen wollte, die Sache verhielte ſich ſo, ſo müßten doch beyde Phyſiker unwiderſtreitbar zugeben, daß der ponderable Theil des Phosphors das inponderable leuchtende Fluidum in ſich gefangen halte, und bey irgend einer ſchicklichen Gelegenheit früher in ſich geſogen oder aufgenommen habe. Wenn überdem der Phosphor während der Beſtrahlung keinen neuen additionellen Lichtſtoff in ſich zöge oder aufnähme, ſo müßte doch bey einer lange dauernden Beſtrahlung, die Phosphorescenz eben ſo wie bey einer lange fortgeſetzten Erwärmung endlich erlöſchen. Denn da die Urſache der Bewegung in beyden Fällen fortdaure, ſo müßte am Ende denn doch das Bewegliche (das leuchtende Fluidum) aus dem ponderablen Theil des Phosphors fortbewegt oder ausgetrieben werden, und der Phosphor durch fernere Behandlung nicht mehr leuchten.

Das letztere erfolge aber blos durch eine (auch noch ſo lange fortgeſetzte) Beſtrahlung nie; überhaupt aber finde es, ſelbſt bey Anwendung der Wärme, nur dann Statt, wenn die Hitze ſo groß geweſen ſey, daß dadurch die Textur oder die chemiſche Beſchaffenheit des Phosphors verändert worden ſey. Im letztern Falle liefere uns der elektriſche Strom, d. i. die vereinte Wirkung der elektromechaniſchen Kraft und des elektriſchen Lichtes, ein Mittel, die Phosphorescenz wieder herzuſtellen; wahrſcheinlich weil dadurch das Eindringen der entwichenen Lichtmaterie mechaniſch begünſtigt werde. Dieſe einfache, aber logiſche Schlußfolge ſey ſchon vollkommen zureichend, die Wahrheit des Satzes gegen Heinrich, Deſſaignes und ein. and. als künftig nicht mehr zweifelbar zu vindiciren; daß es nämlich Körper gebe, welche fähig ſind, das auf ſie fallende Licht in ſich zu ſaugen, und allmählig wieder auszuſtrahlen. Die Lichtabſorptions- und Emanations-Fähigkeit dieſer Körper hange aber theils von der Temperatur des ſie umgebenden Mediums, theils aber auch von ihrer beſondern Natur, oder vielmehr von ihrer elektriſchen Leitungskraft ab, und wahrſcheinlich ſey die von Deſſaignes in mehreren Fällen beobachtete Wirkung des Waſſers nur indirect, indem das hinzugekommene Flüſſige die elektriſche Leitkraft entweder erhöhe oder vermindere, oder auch bey der Waſſererſtarrung wirklich Elektricität erzeugt werde.

Der Herr v. Grotthuß hatte den röthlich violetten Flußſpath von Nertſchinſk, der unter dem Namen Pyroſmaragd und Chlorophan bekannt iſt, als einen vorzüglichen Lichtſauger einer nähern Unterſuchung unterworfen, und gefunden, daß derſelbe vor allen andern bisher bekannten vorzüglichern Phosphoren Vorzüge beſitzt, nicht allein in Anſehung ſeines Leuchtens, ſondern auch in Anſehung der längern Dauer deſſelben. Wenn derſelbe in einer Temperatur von 12 bis 20° R. etwa drey bis vier Monate lang in einer vollkommenen Finſterniß geſtanden hatte, und er alsdenn zur Nachtzeit mit gehörig vorbe-

reiteten Augen unterſucht wurde, ſo konnte man ihn durch Anwendung einer Wärme von 32° R. und darüber durchaus nicht phosphoresciren ſehen. Dieſer Wärmegrad war alſo nicht im Stande, nach Deſſaignes und Heinrich's Anſicht, das im Chlorophan enthaltene leuchtende Fluidum in Bewegung zu ſetzen. Wurde aber das Mineral in dieſem Zuſtande einige Minuten lang dem Sonnenlichte etwa bey 0° R. ausgeſetzt, ſo hörte es bey einer ſehr viel niedrigern Temperatur z. B. bey — 30° R. ſehr bald zu phosphoresciren auf, fuhr dagegen bey einer wenig höhern Temperatur, z. B. bey 15° R. viele Stunden, ja Tage lang zu phosphoresciren fort. Hier könnte man nun nach v. Grotthuß wohl ſagen, daß zwar das Licht, nicht aber die Wärme von 52° R. fähig geweſen wäre, das im Chlorophan ſchon vorhandene leuchtende Fluidum in Bewegung zu bringen. Wenn aber der Chlorophan während der Beſtrahlung kein Licht eingeſogen, oder keine additionelle Quantität des ihm inhärirenden leuchtenden Fluidums erhalten hätte, ſo würde die lange Dauer der Bewegung dieſes Fluidums (d. h. die ſo lange anhaltende Lichtentwickelung) offenbar eine Verminderung deſſelben zur nothwendigen Folge gehabt haben müſſen; denn eine Bewegung könne unmöglich ſtatt finden, ohne daß das Bewegte ſeinen Ort verändert, und in dieſem Falle müßte das in Bewegung geſetzte leuchtende Fluidum den ponderablen Theil des Chlorophans wenigſtens zum Theil verlaſſen haben. Demnach ſehe man aber dieſen vor ungefähr zweyhundert Stunden dem Sonnenlicht ausgeſetzt geweſenen Chlorophan, der endlich in einer Temperatur von 10 bis 15° R. zu leuchten aufgehört habe, ſchon in einer Temperatur von 20 bis 25° R. deutlich leuchten, da er doch vor dieſer Beſtrahlung ſelbſt bey 40° R. noch keine Spur von Phosphorescenz gezeigt habe. Da nun die zur Phosphorescenz des Chlorophans erforderliche Temperatur ſtets im umgekehrten Verhältniſſe mit der Menge des in ihm enthaltenen leuchtenden Fluidums ſtehe, ſo macht v. Grotthuß die Folge, daß die Quantität des

im Chlorophan enthaltenen leuchtenden Fluidums, während der Beſtrahlung, nicht nur vermehrt werde, ſondern daß auch, nach dem vollkommenen Erlöſchen der darauf folgenden ſichtbaren Phosphorescenz, das Mineral dennoch eine Zeitlang mehr von jenem leuchtenden Fluidum enthalte, als vorher, da es zum Verſuch aus einem finſtern Orte herausgenommen wurde, woſelbſt es mehrere Monate hindurch gelegen hatte.

Daß die zum Leuchten erforderliche Temperatur ſtets im umgekehrten Verhältniſſe mit der Menge des im Phosphor enthaltenen Lichtes ſtehe, ſuchte v. Grotthuß durch einen Verſuch zu beſtätigen.

Bey Wiederholung und Veränderung einiger von Deſſaignes angegebenen Verſuche, aus welchen er zu folgern berechtigt zu ſeyn glaubte, daß das vom Phosphor gebundene Waſſer die Hauptquelle aller Phosphorescenz ſey, hatte v. Grotthuß nur ſo viel gefunden, daß man den Salzen, welchen man durch Glühehitze diejenige Phosphorescenz genommen hat, die ſie auf einer heißen (nicht glühenden) Unterlage im Finſtern äußern, dieſelbe wieder geben kann, indem man ihnen die verlorne Feuchtigkeit wieder erſetzt. Uebrigens aber ſcheint ihm Deſſaignes einzelne Thatſachen viel zu ſehr aufs Allgemeine ausgedehnt zu haben. So z. B. glaube er, daß auch im Canton'ſchen Phosphor Feuchtigkeit die Haupturſache der Phosphorescenz ſey, und doch habe weder er, noch irgend ein anderer Phyſiker, den Canton'ſchen Phosphor jemals, blos allein durch mitgetheilte Feuchtigkeit, ohne vorhergegangene Lichteinwirkung, zum Leuchten gebracht. Vielmehr ſey es bekannt, daß friſch bereiteter Canton'ſcher Phosphor noch glühend in ein klares trocknes Glas gebracht, welches ganz damit angefüllt und luftdicht verſtopft ſey, vortrefflich leuchte, wenn es dem Sonnen- der Kerzenlichte vorher ausgeſetzt werde. Wenn man nun aber auch zugeben wollte, daß combinirtes Waſſer allen Körpern (folglich auch dem Canton'ſchen Phosphor zur Phosphorescenz abſolut nothwendig

ſey, ſo würde dies doch keinesweges der Anſicht widerſprechen, daß dieſer Phosphor, um zu leuchten, durchaus der Beſtrahlung bedürfe, und daß er eben ſo wie der bononiſche Stein u. ſ. f. ein Lichtſauger im wörtlichen Sinne ſey.

Die von Heinrich gemachte Beobachtung, daß eine durch Beſtrahlung phosphorescirende Marmorplatte auch im Innern leuchtend erſcheine, beweiſe, daß während der Beſtrahlung das Licht nicht blos auf der äußerſten Oberfläche der Phosphoren, ſondern auch durch Mittheilung des abſorbirten Lichtes, faſt ſo wie der Wärmeſtoff, in die innere Maſſe des Phosphors allmählig einzudringen vermöge. Statt alſo gegen die Lichtadhäſion zu zeugen, ſpreche dieſe Beobachtung vielmehr dafür.

Den von Deſſaignes oben angeführten Verſuch anlangend, wodurch er einen ſolchen Canton'ſchen Phosphor präparirt zu haben glaubte, welcher ohne alle vorhergegangene Beſtrahlung blos durch Wärme leuchtend werden ſoll; ſo bemerkt v. Grotthuß, daß Deſſaignes ohne Zweifel ſchon bey der Bereitung deſſelben Glühehitze gebraucht habe. Da nun der Phosphor innerhalb der mit Kitt bedeckten Glasröhre (beſonders da ſie auch noch mit einem guten Wärmeleiter, nämlich Queckſilber, gefüllt geweſen) wenigſtens an einigen Stellen früher als der Kitt und die Röhre ſelbſt, hätte erkaltet ſeyn können, ſo wäre es leicht möglich geweſen, daß der noch glühende Theil der Röhre, dem ſchon erkalteten Phosphor Licht mitgetheilt habe. Noch wahrſcheinlicher ſey es aber, daß während dem Glühen, die Luft innerhalb der Röhre verdünnt und nachher beym Abnehmen des Kitts, oder durch andere Reibung, ein elektriſches Licht inwendig ſey hervorgebracht worden, welches der Phosphor begierig abſorbirt habe. Wenn Deſſaignes dieſen Phosphor aus der Röhre herausgenommen und auf der heißen Unterlage ſeines inhärirenden Lichtes würde befreyt haben, ſo würde er ihn gewiß nicht eher als nach wiederholter vorhergegangener Beſtrahlung leuchtend gefunden haben.

Nach Grotthuß *) befördert die Kälte das Lichteinſaugen, Wärme dagegen das Lichtausſtrömen, und dieß ſcheint zu dem Schluſſe zu berechtigen, daß keiner von den dem Lichte ausgeſetzten Phosphoren im Finſtern leuchten würde, wenn es anginge, die Temperatur derſelben gehörig zu erniedrigen. Der Wärmeſtoff ſcheine alſo die Verbindung aufzuheben, welche die Lichtſauger mit dem Lichte eingehen, und dies könne ein Argument für diejenigen werden, welche Licht und Wärme als zwey ihrer Natur nach von einander verſchiedene Principien betrachteten. Wenn man aber die Erſcheinungen des Lichtes aus einem gemeinſchaftlichen Geſichtspunkt betrachte; wenn man mit vieler Wahrſcheinlichkeit die Elektricität als Grundurſache aller Licht-Phänomene betrachten könne; ſo werde es nicht minder wahrſcheinlich, daß das Sonnenlicht auf der Oberfläche zwiſchen den Elementarpolen der ihm ausgeſetzten Körper in ſeine elektriſchen Grundprincipien, nämlich in + E und — E zerſetzt werde, und daß die darauf folgende allmählige Vereinigung dieſer von einander getrennten Lichtelemente der wahre Grund ihrer Phosphorescenz ſey. Metalle und leitende Flüſſigkeiten möchten gerade deshalb zu dieſer Art von Phosphorescenz unfähig ſeyn; denn in ihnen mußte die Vereinigung von + E und — E zu ſchnell, oder vielmehr in demſelben Moment, da ſie die Wirkung des Lichtes erfahren, erfolgen. Aus derſelben Urſache wirke ohne Zweifel auch das Waſſer, ein guter elektriſcher Leiter, auf die Phosphorescenz der trockenſten und am hellſten leuchtenden Stellen des weißen Schreibpapiers ſo vernichtend. Sollte dieſe Anſicht die richtige ſeyn, ſo ließe ſich von der lichtentwickelnden Wirkung der Wärme auf die dem Licht ausgeſetzt geweſenen Lichtſauger folgende Erklärung geben: die Wärme, indem ſie den Phosphor ausdehne, entferne die Elementartheile des Lichtes, und

*) Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XIV. S. 140. ff.

ſchwäche dadurch wahrſcheinlich die ihnen eigenthümliche polariſche Kraft, mittelſt der ſie das Licht zerſetzen und anziehen; daher könne die Vereinigung der Lichtelemente, folglich die Lichtentwickelung, in der Wärme ſchneller Statt finden.

Mineralien, welche v. Grotthuß dem elektriſchen Strome ausgeſetzt hatte, zeigten ihm in der erſten Zeit immer einige Spuren am Condenselektrometer von empfangener Elektricität. Nach mehreren Stunden fand dies aber nicht mehr Statt, und doch leuchteten ſie noch immer auf der heißen Unterlage, auch wenn ſie vor dem Elektriſiren nicht geleuchtet hatten. Dieſes Licht ſchien auf das Elektrometer nicht zu wirken, und es ſcheine demnach, daß die Elektricität ihre elektrometriſche Kraft abgelegt, und nur die des reinen Lichtes beybehalten hatte. Hier zeige ſich alſo eine Umwandlung von Elektricität in Licht; alſo werde man wohl der Anſicht nicht entgegen ſeyn, daß auch Licht zwiſchen den Elementartheilen der Körper in + E und — E verwandelt werden könne.

Der Herr v. Grotthuß ſetzte auch die Phosphoren dem durchs Prisma veränderten farbigen Lichte aus, ohne auch nur einen einzigen derſelben mit der empfangenen Farbe leuchten zu ſehen, wie ſchon Zanotti und Wilſon beobachtet hatten. Alle hatten nur einen und denſelben bleichen Schein, ſie mochten dem natürlichen, oder dem blauen, grünen, gelben, rothen u. ſ. f. Licht ausgeſetzt geweſen ſeyn. Nur in der Intenſität der Phosphorescenz war ein bedeutender Unterſchied zu bemerken, welches auch die Herrn Heinrich und Seebeck wahrgenommen hatten. Den höchſten Grad erreichten ſie unter übrigens gleichen Bedingungen im freyen Sonnenlichte; ſchwächer leuchteten die Phosphore, die im gebrochenen blauen und violetten Lichte geſtanden hatten, und ſo abwärts immer ſchwächer, endlich am ſchwächſten diejenigen, die vom äußern Roth getroffen worden waren. Auf einer ebenen geglätteten weißen Viſitenkarte, auf welche das ganze prismatiſche Farbenbild ge-

fallen war, ſah man nur die Hälfte des Spectrums, nämlich vom grünen bis zum violetten Strahl mit gleichfarbigem, oder vielmehr mit farbenloſem gleichen Schein leuchten; die andere Hälfte fehlte ganz, und mochte wohl ſchon in der kurzen Zeit, etwa 2 Sekunden, verſchwunden ſeyn, die erforderlich waren, um die Karte aus dem Hellen ins Dunkle vor die Augen zu bringen. Der hellſte Schein zeigte ſich auf der vom blauen Strahl getroffenen Stelle, und nahm von da aus nach beyden Rändern zu ab. Einige Stücke Chlorophan dem blauen, andere dem rothen prismatiſchen Strahl ausgeſetzt, leuchteten insgeſammt in der Dunkelheit; aber die erſtern heller und länger als die letztern. Selbſt nach 48 Stunden war die Phosphorescenz des erſtern durch Wärme der Hand und des Hauchs wieder zu erregen, welches mit den Stücken, die im rothen Lichte geſtanden hatten, ſchon nach Verlauf von 30 bis 36 Stunden nicht mehr gelang. Am hellſten und dauerhafteſten leuchteten indeß ſtets diejenigen Chlorophane, die unmittelbar dem freyen Sonnenlichte ausgeſetzt wurden. Auch beobachtete Herr Seebeck, daß Lichtſauger, welche durch farbloſes Licht leuchtend geworden ſind, im rothen Lichte viel ſchneller, als im dunkeln, ja ſogar im rothen, durch eine Linſe concentrirten, Licht augenblicklich verlöſchen.

Da es nun eine ausgemachte Thatſache iſt, daß jeder Lichtſauger nur mit dem ihm eigenthümlichen Lichte leuchtet, nie aber dasjenige farbige Licht im Finſtern von ſich ſtrahlt, welches man vorher mittelſt farbiger Gläſer, oder mittelſt des Prisma, auf ihn hat fallen laſſen; ſo glaubte ſich Grotthuß gezwungen anzunehmen; daß blaues Licht mittelſt röthlich leuchtender Phosphoren in rothes und dieſes wiederum mittelſt bläulich leuchtender Phospsore in blaues u. ſ. w. verwandelt werden, ferner, daß auch jeder prismatiſche Farbenſtrahl, durch weißlich leuchtende Phosphoren in bleiches oder weißes Licht, welches durchs Prisma geſehen, wiederum farbig erſcheint, umgeändert werden könne. Hieraus zieht Herr v. Grott-

huß beſonders noch zwey wichtige Folgen: 1. daß das Licht ſeiner Natur nach einfach, oder doch wenigſtens nicht zuſammengeſetzter, als die indifferente Elektricität, d. h. die zum vollkommenen Gleichgewicht ausgeglichene Verbindung von + E und — E ſey; 2. daß die Farben von der größern oder mindern Schwierigkeit der Bewegung abhangen, welche das Licht beym Ausſtrömen aus den verſchiedenen Oberflächen der Körper erleide. Denn mittelſt einer Elektriſirmaſchine, oder einer geladenen Leydner Flaſche, könne man Licht, ſelbſt in der vollkommenen Torricelliſchen Leere, erſcheinen laſſen. Der Funken, obgleich weniger lebhaft, habe darin ſogar einen größern Umfang, als in der atmoſphäriſchen Luft. Das Licht könne alſo blos durch Elekricität, ohne Beytritt irgend eines andern Körpers, ohne Anwendung von fühlbarer Wärme, entſtehen. Da nun die Wärme eben ſo wirke, da z. B. ein glühender Körper in jeder Gasart, und ſelbſt in der Torricelliſchen Leere, Licht verbreite; ſo werde es ziemlich wahrſcheinlich, daß Licht, Wärme, Elektricität, drey Weſen, von welchen jedes ganz allein für ſich ein und dieſelbe Hauptwirkung (nämlich die Empfindung der Helle) hervorzubringen vermöge, ihrer Natur nach ſich gleich und nur in der Art ihrer Bewegung verſchieden ſeyn.

Die von dem Herrn v. Grotthuß angenommene Vorausſetzung, daß ſich das farbige Licht durch Einſaugung in den Phosphoren in anderes denſelben eigenthümliches farbiges Licht umwandele, ſcheint doch noch manchen Schwierigkeiten ausgeſetzt. So leuchtet ein Phosphor, da, wo er ein guter Spiegel, mithin gut reflectirend iſt, ſchlecht, dagegen gut, wenn er nicht ſpiegelt; ein durch den blauen Strahl des Prismas beleuchteter Diamant leuchtet mit demſelben feurigweißen Lichte, als wenn er dem ungefärbten Sonnenlichte ausgeſetzt worden wäre u. ſ. f. Es ſcheint daher doch, daß ſich das Leuchten durch Beſtrahlung aus der bloßen Zurückgabe des Beſtrahlungslichtes nicht hinreichend erklären laſſe, ſondern

daß die Phosphore wahrſcheinlich mit eigenem Lichte leuchten, und daß das Ausſetzen an das Licht die Entwickelung dieſes eigenen Lichtes veranlaſſe.

Herr Heinrich ſuchte auch dies in einem eigenen Aufſatze *), worin er gegen des Herrn v. Grotthuß Einwendungen ſeiner Erklärung über die Phosphorescenz durch Beſtrahlung und Temperaturerhöhung Gegenbemerkungen anführt, höchſt wahrſcheinlich auszuſprechen. Seiner Meinung nach beruht die Erklärung der Phosphorescenz durch Beſtrahlung eigentlich auf dem Satze, daß das auffallende Licht auf den Körper ſelbſt wirke, in ſeinen Beſtandtheilen einen chemiſchen Prozeß einleite und unterhalte, und daß dieſer Prozeß eine Ausſcheidung des Lichtes, ein Freywerden des zuvor gebundenen Lichtſtoffes, als ſichtbares Leuchten zur Folge habe. Ob man jenen Prozeß Entſäuerung, Entwäſſerung, Elektriſirung u. ſ. f. nennen wolle, ſey gleichgültig; denn er behaupte nur, daß ſich das Leuchten durch Inſolation aus der bloßen Zurückgabe des Beſtrahlungslichtes nicht hinreichend erklären laſſe, und daß dabey etwas ganz andres vorgehe. In dieſer Meinung beſtärkten ihn die angeführten Erſcheinungen. Eine Beſtrahlung von 10 Minuten bewirke ein Leuchten von 1000 Stunden; aber nur unter der Bedingung, daß der Chlorophan verhüllt werde, d. i. außer Verbindung mit der freyen Luft bleibt. Man werde doch nicht behaupten, daß freyer Lichtſtoff durch Beſtrahlung in einem engen und dunkeln Raume zurückgehalten werde? aber dieſe Beſchränkung könne und müſſe den durch das Licht eingeleiteten chemiſchen Prozeß modificiren, verlängern, hier ſo gut, wie bey Seefiſchen.

Was die Phosphorescenz der Körper, welche durch mechaniſche Mittel, als Reibung, Druck, Bruch u. ſ. bewirkt wird anbetrifft, ſo iſt dieſe in den neuern Zeiten aus einem ganz neuen Geſichtspunkte bearbeitet worden. Es waren

---

*) Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XXIX. S. 130.

zwar bereits eine Reihe von Verſuchen über dieſen Gegenſtand beſonders von den Herrn Graf v. Razumowski und Wedgwood bekannt, und man glaubte faſt allgemein daraus folgern zu müſſen, daß das durch Reiben der Körper an einander entwickelte Licht von der in ihnen enthaltenen Kieſelerde entſtehe; allein andere Phänomene, bey welchen ſich Licht auf mancherley Art entwickelte, zeigten gar bald, daß dieſe Anſicht keinesweges die richtige ſey; man hatte vielmehr erkannt, daß es mehrere Arten von Phosphorescenzen gebe, und daß jede Art eine eigene Urſache vorausſetze. Auf Veranlaſſung einer Pariſer Preisfrage für 1808. über dieſen Gegenſtand fingen daher beſonders die beyden Herrn Deſſaignes und P. Heinrich an, denſelben näher zu unterſuchen. Herr Deſſaignes *) hatte vorzüglich die Abſicht, allgemein zu zeigen, daß in der Natur alle Körper fähig ſind, durch Druck, Stoß u. dergl. Licht zu entwickeln, und daß dieſes Licht kein elektriſches Phänomen ſey. Heinrich bemerkt aber ganz richtig, daß Deſſaignes keinen Unterſchied zwiſchen Reiben, Schlagen, Zertrümmern u. ſ. f. mache; er behandele eigentlich nur die Folgen der Colliſion, nicht aber die der Friction, und es verliere daher ſeine Arbeit viel am Werthe. Heinrich unterſucht dagegen die Phosphorescenz der Körper durch mechaniſche Mittel in drey beſondern Abſchnitten, wovon der erſtere vom Lichte, das durch Druck und Reibung der Körper ohne Bruch entſteht, der zweyte vom Lichte durch Bruch ohne Reibung und ohne merklichen Druck, und der dritte vom Lichte durch Druck und Bruch zugleich, d. i. durch gegenſeitiges Reiben rauher Oberflächen, handelt.

Deſſaignes ſtellte, ſeinen vorigen angeführten Satz zu beweiſen, eine Menge von Verſuchen mit tropfbaren Flüſſigkeiten, mit feſten Körpern und mit Gasarten an.

---

*) Schweigger's Journal für Chemie u. Phyſik. B. VIII. S. 70. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXVII. S. 239. ff.

Er gebrauchte, um das Waſſer durch Compreſſion zum Leuchten zu bringen, folgenden Apparat: eine an den beyden Enden offene dicke Glasröhre von 4 Linien innerer Weite, 6 Linien Dicke, und 9 Zoll Länge, war an den Oeffnungen flach abgeſchliffen; um auf die Flüſſigkeiten, welche in dieſe Röhre gebracht wurden, einen beliebigen Druck zu bewirken, wurden zwey luftdichtpaſſende Pfröpfe aus Lederſcheibchen bereitet, welche in Fett getränkt, und zwiſchen Meſſingplättchen eingeengt waren. Dieſe Plättchen gewährten auch den Vortheil, daß die angränzenden Grundflächen der cylindriſchen Pfröpfe ſich genau deckten, und die Luft ausgeſchloſſen. Einer derſelben war, wie bey den gewöhnlichen Pumpen, mit einer Kolbenſtange verſehen, der andere nicht. Endlich wurden die beyden Oeffnungen der Röhre mit viereckigen, $2\frac{1}{2}$ Linien dicken, und in der Mitte durchbohrten Meſſingplatten gedeckt, welche an den vier Ecken durch Eiſenſtäbe mittelſt Schrauben und Muttern in Verbindung kamen, und ſo auf die durch Leder geſchützten Oeffnungen dicht auflagen. Durch das eine Meſſingplättchen ging die Kolbenſtange, das andere Meſſingplättchen war mit einem eingeſchraubten Hahn, wie bey den Luftpumpen, verſehen, und die ganze Glasröhre der Sicherheit wegen mit Draht umflochten.

Mit dieſem Apparate verfuhr Deſſaignes alſo: der eine Pfropf wurde mittelſt des Kolbenpfropfes in die Glasröhre hinabgeſchoben, ſo daß unter demſelben nur noch 1 Zoll innerer Raum übrig blieb; dieſer Raum wurde mit einer Flüſſigkeit angefüllt, ſodann die Meſſingplatten auf die Oeffnungen der Röhre dicht verbunden, und die Kolbenſtange in einen Schraubenſtock eingeſpannt; hiernächſt wurde der Pumpenpfropf mittelſt der Stange aufgezogen, ſo weit es angehen wollte, und dann im Dunkeln mit aller Kraft hinabgeſtoßen; hiemit drängte der Pumpenpfropf den andern Pfropf und dieſer das eingeſchloſſene Waſſer.

Herr Heinrich hat dieſen von Deſſaignes gebrauchten Apparat zum beſſern Gelingen der damit anzuſtel-

lenden Verſuche abgeändert; er ließ den auf die eine Meſſingplatte aufzuſchraubenden Hahn gänzlich weg, brachte den Pumpenpfropf mit dem andern Pfropf ſogleich in unmittelbare Berührung, und bewirkte den Stoß auf die eingeſchloſſene Flüſſigkeit durch einen Hammerſchlag auf die Pumpenſtange.

Auf dieſe Art leuchteten alle tropfbare Flüſſigkeiten, ſtarke Säuren ausgenommen, welche den Apparat angreifen; das Licht iſt aber nur augenblicklich, und vorübergehend wie der Stoß, und ſeine Farbe ſo wie die Stärke deſſelben hangen von der Verſchiedenheit der Flüſſigkeiten und von der Stärke des Stoßes ab; zugleich entwickelt ſich bey jedem Stoße etwas fühlbare Wärme.

Um nun auch die feſten Körper in dieſer Hinſicht zu prüfen, hat Deſſaignes ſehr viele Verſuche, beſonders mit Schwefelblumen, getrockneter ſchwefelſaurer Magneſia, Salpeter, ſchwarzem Manganes-Oxyd, Aſche, Glimmerſand, gepulverter Holzkohle u. ſ. f. angeſtellt. Jeder dieſer Körper wurde möglichſt dicht in der Glasröhre zuſammengepackt, damit keine oder höchſt wenig Luft zwiſchen ihren Theilchen blieb. Sie wurden alle leuchtend, ſobald man ſie heftig comprimirte; ſie blieben es nur einen Augenblick, und ließen ſich viele Male hinter einander durch einen neuen Stoß zum Leuchten bringen. Eine gleich große comprimirende Kraft entwickelte aus ihnen allen eine gleiche Menge Licht, höchſtens die Kohle ausgenommen, welche ſtärker comprimirt werden mußte, um eben ſo viel Licht als die andern herzugeben. Nach Deſſaignes läßt ſich dies Licht nicht aus der Luft ableiten, die ſich zwiſchen den Theilchen der gepulverten Körper befindet, nicht allein weil ſie ſo dicht zuſammengepreßt ſind, ſondern weil ſie auch, und beſonders die Kreide, der Kalk u. ſ. f. auf einem Ambos mit einem Hammer ſtark geſchlagen, einige Secunden lang ſtark leuchtend werden.

Daß auch durch Compreſſion der Luft ſich Licht entwickelt, iſt bereits unter den Artikeln: Feuerzeug, pneumatiſches und Lampe, elektriſche (Th. IX. S. 62. u. f. und 616.) angeführt worden.

Heinrich hat Deſſaignes Verſuche wiederholt, und eine Menge neuer hinzugefügt, welche beſonders die Phosphorescenz, die durch Druck und Bruch zugleich, d. i. durch gegenſeitiges Reiben rauher Oberflächen bewirkt wird, betreffen. In Beziehung auf das letztere unterſuchte er die Folgen einer mittelmäßigen, ſo wie einer ſtarken Reibung homogener Körper; ferner die Folgen deſſelben Verfahrens mit heterogenen Körpern, und endlich die Folgen eines ſchwachen oder ſcharfen Strichs mittelſt eines Federkiels oder einer Radiernadel. Aus dieſen ſeinen Verſuchen ergab ſich, daß das eigentliche Frictionslicht abhängt und modificirt wird.

1. Von der Natur und Struktur der geprüften Subſtanzen, je nachdem ſie aus Kieſel- Thon- Kalk- oder Bittererde beſtehen; noch unverändert oder durch mechaniſche oder chemiſche Prozeſſe bereits umgeſtaltet; reguliniſch, oxydirt oder verglaſet; verbrennlich oder unverbrennlich ſind, u. ſ. f.

Durch das geſammte Reich der Foſſilien (mit Ausnahme der weichen Talkerden) findet eine Phosphorescenz ſelbſt ohne fühlbare Erwärmung Statt. In Anſehung des Grades des Lichtes zeichnet ſich vor allen

a. das Kieſelgeſchlecht aus, indem es wohl kein kieſelartiges Foſſil giebt, welches nicht durch Friction mit einem gleichnamigen, Licht verbreitet, und zwar häufig bereits bey ſchwachem Druck.

b. hierauf kommt das Thongeſchlecht, wovon ſo manches ſelbſt den Fluß- und Schwerſpath übertrifft.

c. im Kalkgeſchechte ſtehen der Pharmacolith, und die Flußſpäthe oben an. Bey Marmorarten ſcheint es nicht ſo ſehr auf die Härte, als auf ihr mehr oder weniger kryſtalliniſches Gefüge anzukommen.

d. den letzten Platz nehmen die Talkerden ein.

Durch Kunſt und chemiſche Proceſſe laſſen ſich einige ſehr gute Phosphore machen. Reguliniſche Metalle geben bey der gewöhnlichen Friction gar kein Licht, ihre Oxyde nur in wenigen Fällen. Auch die Verglaſung vermindert in der Regel die Phosphorescenz mehr, als ſie ſelbige befördert. Unverbrennliche Körper verhalten ſich beſſer, als verbrennliche; die Harze, die Steinkohlen u. dgl. geben durch Reiben kaum einige Spuren von Licht.

2. Ferner ergiebt ſich, daß bey derſelben Subſtanz ihre Sprödigkeit und Cohärenz, die Rauhigkeit oder Politur der Oberfläche, ſo wie die Anwendung eines ſtärkern oder ſchwächern Drucks, einer größern oder kleinern Geſchwindigkeit beym Reiben viel Einfluß hat.

Ein gewiſſer Grad nicht ſo ſehr der Härte als der Sprödigkeit und eine rauhe Oberfläche, ſind weſentliche Bedingniſſe, um durch gewöhnliches Reiben Licht zu erhalten; es muß nämlich Bruch, und zwar raſcher Bruch entſtehen, gerade wie raſcher Druck beym Compreſſionslicht. Stärke des Drucks nutzt in dreyfacher Hinſicht: es erhöht die Temperatur, bewirkt Rauhigkeit glatter Oberflächen, und verurſacht einen raſchen Bruch. Da aber auch manche ſehr harte und ſpröde Körper, ſelbſt bey einem beträchtlichen Druck, dunkel bleiben, hingegen andere, leicht zerbrechliche, durch ſanfte Reibung ſchon leuchten, ſo erhellet, daß noch etwas mehr hiezu erfordert wird.

3. Nicht weniger hängt der Erfolg zum Theil von der Beſchaffenheit des Reibzeuges ab, ob es weich oder hart, glatt oder rauh, flüſſig oder ſtarr, mit dem geriebenen Körper homogen oder heterogen, ein Leiter oder Nichtleiter der Wärme iſt. In der Regel muß es wenigſtens ſo hart als der geriebene Körper ſeyn, indem es ſonſt nicht wirkend, ſondern nur leidend ſich verhält; ein weiches oder flüſſiges Reibzeug kann wohl elektriſches Licht hervorlocken, aber kein Frictionslicht, wie man bey einer Glasſcheibe ſieht, wenn ſie im flüſſigen Queckſil-

der ſchnell umläuft. In manchen Fällen kann die Stärke des Drucks den Mangel der Härte und der Sprödigkeit erſetzen, wie beym Streichen mittelſt einer Schreibfeder. Nur das Aneinanderreiben homogener Körper giebt die ſicherſten Reſultate.

4. Auch die Temperatur hat auf den Erfolg einen merklichen Einfluß, ſowohl die des umgebenden Mittels, als jene der geriebenen Subſtanz, und zwar ſowohl die vorläufige, als die durch Reiben erzeugte.

5. Endlich erhellet aus allen Verſuchen mit erdigen Foſſilien, daß die Güte ihrer Phosphorescenz von ihrem Bau, ihrem Gefüge, von der Aggregatform ihrer Theile ganz vorzüglich abhängt, unabhängig von der Härte.

In Anſehung der Phosphorescenz, welche als Folge des Drucks mit Reibung feſter oder harter Körper erfolgt, iſt ſchon längſt bekant geweſen, daß anhaltende Reibung mit Druck bey allen Körpern eine Temperaturerhöhung bewirkt, welche bey unverbrennlichen Körpern bis zum Glühen, bey verbrennlichen bis zum Ausbruch einer Flamme ſteigen kann, wenn Druck und Geſchwindigkeit der Reibung einen hohen Grad erreichen. Manches Leuchten im Finſtern beruht auf dieſem Grund, iſt eine wahre Phosphorescenz durch Temperaturerhöhung.

Ueber die Folgen des Drucks ohne Reibung bey feſten Körpern, wohin vorzüglich die Metalle und Hölzer gehören, ſtellte Heinrich Verſuche auf einem Kupferhammer an. Das Moment des Schlags betrug 855 Pfund. Jedes von dieſen Metallen, Silber, Kupfer, Glockenmetall, Eiſen, Zinn, Bley, Zink, Meſſing, gegoſſenes oder geprägtes, erhielt vier bis fünf Schläge; allein bey keinem einzigen dieſer Metalle zeigte ſich die mindeſte Spur von Licht. Ueberhaupt ließen ſich alle Wirkungen des Drucks ohne Reibung, in Betracht feſter Körper auf folgende drey Erfahrungsſätze zurückbringen:

1. Wo keine Verdichtung, keine Raumverminderung erfolgt, entſteht auch keine fühlbare Wärme, noch viel weniger ein Licht.

2. Sobald im Körper eine wahre Verdichtung vorgeht, äußert ſich auch fühlbare Wärme.

3. Leuchten wird der comprimirte Körper nur dann, wenn er durch Druck und Stoß bis zum Glühen erhitzt wird.

Auch über die Phosphorescenz der feſten oder ſtarren Körper, welche durchs Zerreißen, Spalten und Brechen bewirkt wird, hat Heinrich mancherley Verſuche angeſtellt, aus welchen ſich folgende Reſultate zu ergeben ſchienen:

1. Nur bey Körpern des Mineralreichs zeigt ſich ein augenblickliches Licht, wenn man ſie behende entzwey bricht; nicht bey Holz, nicht bey Knochen, nicht bey Korallen und Muſcheln der Schaalthiere u. dgl.

2. Selbſt unter den Mineralien gewähren nur ſolche beſtimmt und unbezweifelt Licht, welche ſehr hart und ſpröde ſind, d. h., welche dem Bruch nicht nachgeben, ſondern augenblicklich in Trümmer gehen.

3. Hiezu dienen vorzüglich, ja beynahe ausſchließlich, ſolche, die ſchon dem Aeußern nach eine kryſtalliniſche Aggregatform beſitzen, und die, wenn man ſie theilt, regelmäßige Bruchſtücke geben.

4. Die zur Prüfung angewandten Prismen oder Cylinder dürfen nicht zu dünn ſeyn; ſie ſollen wenigſtens einen halben Zoll im Durchmeſſer haben; je dicker, je beſſer.

5. Das Zerſtückeln durch Erſchütterungen mit dem hölzernen Hammer wirkt ohne Vergleich mehr, als das Entzweybrechen mit den Händen. Ja es ſchien, daß kein Foſſil durch reinen Bruch leuchtet, wenn nicht zugleich Stücke davon abgeſprungen, oder doch im Innern Riſſe und Spalten entſtanden.

6. Uebrigens bemerkt man bey ſpröden Mineralien von kryſtalliniſchem Gefüge immer ein ſchwaches, zuweilen auch wohl ein ſehr ſchönes Licht, ſo oft man mit der Hand, mit dem Meſſer, mit einer Zange, u. dgl. ein Bruchſtück oder eine Schicht davon losmacht, oder ſie mit den Händen ſchnell entzwey bricht.

Ueberhaupt ſchien aber aus allen Erfahrungen hervorzugehen, daß nur ſolche Foſſilien durch Brechen und Spalten Licht geben, welche außer einem merklichen Grad von Sprödigkeit zugleich eine kryſtalliniſche Bildung haben, und regelmäßige Bruchſtücke liefern.

Mit einem vorzüglichen Lichte leuchteten alsdann diejenigen Mineralien beym Zerſtückeln unter einem Hammer oder unter der Keule eines geräumigen Mörſers, welche durch ein ſanftes Spalten und Brechen Licht von ſich gaben; außerdem aber nicht.

Beſonders merkwürdig iſt aber das Licht der Kryſtalle, welches nicht allein bey der Bildung des kryſtalliſchen Gefüges, ſondern auch bey Erſchütterung bereits gebildeter Kryſtalle und beym Bruche derſelben Statt findet. Vermuthlich bemerkte der Herr Prof. Pickel zu Würzburg im Jahre 1785. das Leuchten in einem Keſſel, der mit vitrioliſirter Weinſteinlauge angefüllt und zum Kryſtalliſiren hingeſtellt war, zuerſt zur Nachtzeit. Daſſelbe beobachtete der Apotheker Herr Schoenwald in Elbingen bey der Kryſtalliſation des vitrioliſirten Weinſteins, und wenn er die Kryſtalle ſelbſt mit den Nägeln ſeiner Finger rieb. Aehnliche Erſcheinungen nahm auch der Apotheker Herr Schiller wahr. Beſonders beſchäftigte ſich aber Herr Giobert [α]) im Jahre 1788. mit der Phosphorescenz des ſchwefelſauren Kali. In den neuern Zeiten ſind mehrere Beobachtungen über Lichterſcheinungen bey Kryſtalliſationen gemacht worden. Herr Schweigger [β]) hat in einer eigenen Abhandlung über Analogie der Gährung und des Galvanismus mehrere Bemerkungen über das Kryſtalliſationslicht angeführt. Ein beſonders ſchönes ſehr glänzendes nahm der Apotheker, Herr H. W. Buchner [γ]) in Maynz bey der Kryſtalliſirung der vorher mit Kohlenpulver gemiſchten Ben-

---

α) Journal de physique. T. XXXVI. S. 256. überſ. in Gren's Journal der Phyſik. B. II. S. 437. ff.
β) Journal für Chemie u. Phyſik. B. X. S. 270. f.
γ) Schweigger's Journ. für Chemie u. Phyſik. B. XLI. S. 222. f.

zoëſäure bey etwas verſtärktem Feuer im Dunkeln wahr. Auch als er eine Partie von 6 bis 8 Pfund Kali acetici abſichtlich Abends der Beobachtung wegen eindampfte, ſo ſchien er dabey etwas Leuchtendes zu bemerken. Als er nun alles im Dunkeln verſtopfte, das Salz ſich zu ballen aufhörte und zerfiel, und auf dem ſtark erhitzten Ofen ſtehen blieb, vermehrte ſich das Leuchten ſo ſehr, daß es ein jeder beym erſten Anblick für einen Uebergang in glühenden Fluß hätte erklären müſſen. Ferner bemerkte Herr Herrmann [α]) zu Schönebeck bey Magdeburg, daß eine Auflöſung von ſchwefelſaurem Kobaltoxyd, welche bey —12° kryſtalliſirte, eine halbe Stunde lang ein funkelndes Licht umſtrahlte, als die Flüſſigkeit abgegoſſen wurde. Eine ähnliche Erſcheinung wurde auch von Herrn Berzelius [β]) beobachtet: er ließ nämlich eine geſättigte Auflöſung von flußſaurem Natron mit der Sandkapelle erkalten, und folglich während der langſamen Abdampfung, Kryſtallen anſchießen; bey der Dämmerung im Zimmer bemerkte er in dieſer Schaale eine Menge blaßgelber, aber ziemlich ſtarker Lichtfunken, welche bald von dieſem bald von jenem Punkte von den ſich bildenden Kryſtallen ausſchoſſen; Bewegung brachte ein dichteres Funkeln hervor; es fuhr fort, bis daß die Flüſſigkeit faſt ganz verdunſtet war. Als er am folgenden Tage mit demſelben Gefäße und Salze und auf derſelben Kapelle den Verſuch wiederholen wollte, konnte dieſe Lichterſcheinung nicht wieder hervorgerufen werden. Dieſelbe Erſcheinung nahm Herr Wachler im Laboratorium des Herrn Berzelius bey mehreren Pfunden ſchwefelſauren Kali's wahr, welcher aus einer ſehr langſam bis etwa zu +20 auf der Kapelle erkalteten Flüſſigkeit kryſtalliſirte. Das Phänomen dauerte gegen zwey Stunden lang. Selbſt auf die Hand genommene Stücke der Kryſtallrinde fuhren im Dunkeln zu leuchten fort, und beym

α) Schweigger's Journal für Chemie u. Phyſik. B. XL. S. 75.
β) Jahrsbericht über die Fortſchritte der phyſ. Wiſſenſchaften, 4ter Jahrg. Tüb. 1825. S. 46.

Zerreiben zeigte es ſich beſonders ſtark. Wurde mit einem Glasſtabe auf der, unter der Flüſſigkeit ſich befindenden Kryſtallrinde hin und her gefahren, ſo wurden die ganzen Striche leuchtend. Als dieſelbe Salzmaſſe durch Erhitzen der Flüſſigkeit wieder aufgelöſet, unter denſelben Umſtänden wieder erkaltet und zum Kryſtalliſiren gelaſſen wurde, zeigte ſich die Erſcheinung zum zweytenmale nicht wieder. Noch eine andere merkwürdige Erſcheinung dieſer Art wurde vom Herrn D. Goebel α) in Jena beobachtet. Bey der Bereitung eines Fruchtweines hatte er eine $1\frac{1}{8}$ Zoll weite und 36 Zoll lange Glasröhre in dem Spunde des Faſſes befeſtigt, und ſie mit dem Moſte bis oben an angefüllt, ſo, daß die durch die Gährung erzeugte Kohlenſäure durch dieſe Flüſſigkeitsſäule ſteigen mußte, wofür dann aus dieſer das Faß ſich wieder mit Moſt füllte. In dieſer Glasröhre bemerkte er eines Abends einen phosphorigen Schein, und erſtaunte nicht wenig, die häufig ausſtrömenden Gasblaſen phosphorescirend zu erblicken. Nach gehöriger Unterſuchung zeigte ſich dies Gas als vollkommen reine Kohlenſäure.

Die Umſtände, welche erfordert werden, wenn beym Anſchießen der Kryſtalle, und wie es ſcheint, ſelbſt bey der Weingährung, eine Phosphorescenz entſtehen kann, und entſtehen muß, ſind bis jetzt noch nicht ausgemittelt. Herr Doebereiner β) meint Urſache zu haben zu glauben, daß vorzüglich ſolche Salze, welche kein Kryſtalliſationswaſſer in ſich aufnehmen, bey der Kryſtalliſation Licht ausſenden. Man ſollte daher einmal nachſehen, ob nicht das in großer Menge kryſtalliſirende chlorſaure Kali Lichterſcheinungen gebe.

Herr Heinrich γ) war auch begierig zu erfahren, ob nicht die Zuckerauflöſung in Candies-Raffinerien beym Anſchießen der Kryſtalle ein Leuchten zeige. Al-

α) Schweigger's Journal für Chemie u. Phyſik. B. XL. S. 257. f.
β) Ebendaſelbſt. B XLI. S. 222.
γ) Die Phosphorescenz der Körper, Vierte Abhandlung. S. 481.

lein da ſich in den großen kupfernen, mit Fäden durchzogenen Becken die Oberfläche gleich anfangs mit einer undurchſichtigen Kruſte überzieht, ſo konnte er nicht ſehen, was unter derſelben, und im Innern der flüſſigen Maſſe ferner vorgeht.

Heinrich fand, daß unter günſtigen Umſtänden alle natürliche Salzſteine und alle künſtliche Salzkryſtalle entweder durch reinen Bruch, oder durch Colliſion, oder durch Reiben, leuchten. Beſonders lieferte eine ſchöne Phosphorescenz der Candieszucker durch Bruch, ohne den mindeſten Druck. Das Licht, welches ſich bey jedem Bruche einzelner Kryſtalle zeigte, ſchien mehr einem leuchtenden Dampf, als einem Bliß ähnlich. Unter der Verdünnung einer Luftpumpe von 6 Linien Barometerprobe zeigte ſich das Licht beym Bruche des Candieszuckers noch ſchöner, als im Freyen; mit jedem Bruch der Kryſtalle ergab ſich ein kegelförmiger, ausgebreiteter Lichtbüſchel, größer und heller als im Freyen. Herr Heinrich ſchließt daraus, daß reine Lichtphänomene nicht vom Daſeyn der umgebenden Luft abhangen. Der Feuerſtein mit Stahl gerieben leuchtet auch noch im ſehr verdünnten Raum, auch in reinem kohlenſauren Gas; das Licht erfolgt hiebey deſto reichlicher, je dünner der Feuerſtein iſt, d. h. je mehr Bruchſtücke abſpringen, aber die abgeriſſenen Stahlſtückchen verbrennen, folglich leuchten ſie nicht mehr; ſondern man bemerkt nur einen ſchwachen weißlichen Lichtſtreifen am geriebenen Stein. Ja Glas mit Glas unter dem Recipienten der verdünnten Luft gerieben, verbreitet ſelbſt ein bey Tage bemerkbares Licht.

Ueberhaupt ſcheint es nach den bisherigen Erfahrungen, welche allerdings eine noch weitere Unterſuchung verdienen, daß ſowohl bey Entſtehung der Kryſtalle, als auch beym Bruch, Druck und Reibung der bereits gebildeten ein Leuchten entſteht.

Ueber die Urſachen aller dieſer Lichterſcheinungen iſt man bey weitem noch nicht aufs Reine. Herr Desſaignes ſuchte zu beweiſen, daß das Licht, welches durch

Druck, Stoß, u. ſ. f. entſteht, weder durch Stoßen und Drucken des Kolbens gegen das Glas hervorgebracht werde, noch daß es elektriſcher Natur ſey. Denn aus dem Glaſe entbinde ſich, wenn man es mit dem Hammer, ſelbſt ſehr heftig ſchlage, nicht anders Licht, als wenn Stückchen Glas durch den Schlag abgeriſſen werden, und das Licht zeige ſich in dieſem Falle nur als ein kaum wahrzunehmender Schein. Ferner leitete er in das Innere ſeines mit Luft gefüllten Apparats 4 Platindrähte, die er mit einem Volta'ſchen Elektrometer, theils ohne, theils mit Condenſator, in Verbindung ſetzte. Während die Luft durch den Stoß leuchtend wurde, blieben die Strohhälmchen des Elektrometers unbeweglich. Da alſo das Licht weder von dem Stoße des Kolbens gegen das Glas, noch von Elektricität, durch das Reiben des Kolbens längs des Glaſes erregt, bewirkt werde, ſo müſſe man zugeben, daß es der Annäherung der Theilchen der Körper an einander zuzuſchreiben ſey. Er glaubt überhaupt, daß das Leuchten der Körper nicht ſowohl von der phyſiſchen Beſchaffenheit, als von einem gewiſſen chemiſchen Zuſtande derſelben abhange; nach ihm beruht der Grund aller Phosphorescenz in einem flüchtigen, allen Phosphorn gemeinſchaftlichen Grundſtoff, welcher das Waſſer zu ſeyn ſcheint. Alle Körper nämlich verlören ganz oder großentheils ihre Phosphorescenz durch ein hinlängliches Verkalken im Feuer, und erhielten es wieder durch Zuſatz von Waſſer, wie man bey den kohlenſauren, flußſauren, ſalzſauren und phosphorſauren Kalkerden, beym Borax und bey Cantons Phosphor ſehe. Herr Heinrich hat aber gegen dieſe Erklärung erhebliche Einwendungen gemacht, er unterſcheidet vielmehr mit Recht die Phosphorescenz der mancherley Körper, welche ſie unter dieſen oder jenen Umſtänden von ſich geben, und vermuthet, daß auch die Urſache der Phosphorescenz nach den verſchiedenen Umſtänden verſchieden ſey. Das Licht, welches durch raſche Compreſſion tropfbarer Flüſſigkeiten ſich entwickelt, entſteht nach Heinrich aus der ſtarken Comprimirung des

Flüſſigen, wodurch nicht allein Wärme, ſondern auch Licht aus demſelben entweiche. Hieraus ſucht er auch ſelbſt das Leuchten des Seewaſſers abzuleiten, womit ſich der Lauf des Schiffs beym friſchen Winde bezeichnet.

Um die wahrſcheinliche Urſache des Frictionslichtes auszumitteln, muß man nach Heinrich vor allen Dingen einen Unterſchied zwiſchen Leuchten verbrennlicher und unverbrennlicher, ſo wie zwiſchen Leuchten durch gewaltſame und mäßige Friction machen. In Anſehung des Frictionslichtes verbrennlicher Subſtanzen iſt die nächſte Urſache deſſelben die durch Druck und Reibung in ihnen erregte Wärme, und es beſteht in einem wahren Verbrennen, welches nur an Intenſität verſchieden iſt. Bey unverbrennlichen Subſtanzen, namentlich bey den erdigen Foſſilien iſt die durch Reiben erregte Wärme nicht die wahre Urſache des Frictionslichtes. Vom gewaltſamen Reiben iſt hier aber nicht die Rede, ſondern nur von einem mäßigen, wohl auch mit einem ſchwachen Druck begleiteten Reiben. Daß das Frictionslicht durch Erhitzung von dem Lichte mittelſt eines ſanften Reibens verſchieden iſt, ſucht unter andern Herr Heinrich beſonders durch den auffallenden Unterſchied des Leuchtens der Körper durch Erwärmung und des durch Reibung zu beweiſen. Durch Erwärmung waren nämlich 1. die beſten Phosphore die flußſauren und kohlenſauren Kalkarten, darauf folgten 2. einige Arten des Thongeſchlechts; dann 3. die Schwerſpathe; nach einem merklichen Zwiſchenraum folgten 4. die Steine des Kieſel-, Thon- und Talk-Geſchlechts, und endlich 5. nahmen die Salien beynahe den letzten Platz ein. Dagegen erfolgte die Phosphorescenz durch mäßiges Reiben nach einer ganz andern Ordnung; hier behauptete ohne Ausnahme den Vorzug 1. das geſammte Kieſelgeſchlecht; darauf folgte 2. das Thongeſchlecht, theils im natürlichen Zuſtande, theils durch Glühehitze dazu gehärtet und vorbereitet; hiernächſt kamen 3. die aus geſäuerter Kalkerde beſtehenden Foſſilien; den letzten Platz nahmen 4. die Talkerden ein. Nach

Herrn Heinrich iſt die nächſte Veranlaſſung des durch mäßiges Reiben erdiger Foſſilien erzeugten Lichtes das Abſpringen der vorragenden Flächentheile: es iſt ein Cohäſionslicht, ein Trennungslicht. Hieraus läßt ſich auch begreifen, warum die Steine des Kieſelgeſchlechts alle andere an Schönheit des Frictionslichtes weit übertreffen; denn dieſe beſitzen zum Theil ſchon im rohen, unveränderten Zuſtand eine rauhe Oberfläche: ſie übertreffen an Härte und Sprödigkeit alle andere Steinarten; ihre kryſtalliniſche Aggregatform bietet der Reibung immer neue Unebenheiten dar; mit jedem Bruch entſteht daher Trennungslicht. Außerdem aber entſteht durch gegenſeitiges Reiben zweyer Körper an einander jederzeit Elektricität, und endlich geht bey jeder Reibung eine Zerſetzung vor, und dieſe iſt häufig eine Quelle des Lichtes. Daß jeder Lichtausbruch aus Körpern die Folge einer in ihnen vorgegangenen Zerſetzung iſt, ſucht Heinrich für eine mäßige Friction aus folgenden Erfahrungen zu erweiſen: a. die an einander geriebenen Körper geben einen mehr oder minder auffallenden Geruch, den man bey Erden, Steinen, Salzen, Metallen, brennbaren Körpern u. ſ. f. bemerkt. Es entweichen daher durch Reibung Theilchen aus den Körpern, was ohne Zerſetzung nicht geſchehen könnte; und b. iſt es eine durch die Herren **Davy**, **Deſormes**, **Simon** und **Schweigger** ausgemachte Thatſache, daß aus Bergkryſtall, Glas, Quarz, Feldſpath, Marmor, Flußſpath, Baryt, u. ſ. f. ſchon durch Reiben und Ritzen, noch deutlicher durch Stoßen im Mörſer, und ganz vorzüglich durch Ueberſtrömen der verſtärkten Elektricität, unverkennbare Spuren eines frey gemachten Kali zum Vorſchein kommen, als ein entſcheidendes Zeichen einer durch Reibung bewirkten Zerſetzung.

Es erklärt ſich alſo nach Herrn Heinrich das Frictionslicht unverbrennlicher Foſſilien beym mäßigen und ſchwachen Reiben a. aus dem vervielfältigten Bruch rauher Flächen; b. aus der durch Reiben erregten Elektricität,

und c. aus der durch Reiben bewirkten Zerſetzung. Jedoch ſcheint ihm der Hauptgrund des Leuchtens der geriebenen unverbrennlichen Subſtanzen an einander in dem Trennungslichte der ſchnell abgeſprungenen Theilchen zu liegen; obgleich in vielen Fällen alle drey Umſtände vereint wirken möchten. Das Trennungslicht bleibe uns aber zur Zeit noch ein Geheimniß. Da man dieſes Licht auch ohne Friction, durch bloßes Spalten einiger Foſſilien, erhalte, und da es ſich vorzüglich bey den Subſtanzen von blätterigem und kryſtalliniſchem Gefüge äußere, ſo müſſe man den Grund dieſes Trennungslichtes in der Aggregatform, in der Aufhebung nicht der Cohäſion im allgemeinen, ſondern einer Cohärenz von beſtimmter Art; nicht im Zerſtören, ſondern im Zerreißen und Trennen der Kryſtalle, in der Entfernung der Berührungsflächen ſuchen. Dadurch unterſcheide ſich auch das reine Trennungslicht von dem gemiſchten durch Friction. Nach Herrn Heinrich iſt wahrſcheinlich das Licht das allgemeine Bindungsmittel aller ſtarren Körper. Dieſes Licht wird daher wieder entbunden, wenn die Trennung der Theile gewaltſam erfolgt.

In Anſehung desjenigen Lichtes, welches bey Kryſtalliſationen ſich zeigt, unterſcheidet Herr Heinrich das Licht bey der wirklichen Bildung der Kryſtalle von demjenigen, welches durch reinen Bruch der ſchon gebildeten Kryſtalle ſich zeigt. Das erſtere hält Heinrich für Condenſationslicht beym raſchen Uebergang des liquiden in den ſtarren Zuſtand; das letztere aber nennt er Cohäſions- oder Kryſtalliſationslicht, Licht durch reinen Bruch. Wahrſcheinlich iſt dieſes Licht nach Heinrich elektriſcher Natur: denn 1. ſey es aus unläugbaren Thatſachen erwieſen, daß bey Kryſtallbildungen, bey Uebergängen des luftartigen, und des tropfbarflüſſigen in den ſtarren Zuſtand Elektricität erſcheine, und thätig mitwirke, 2. bey manchen kryſtalliniſchen Subſtanzen ſeyn nach Haüy die elektriſchen Erſcheinungen ſogar an gewiſſe Kryſtallformen gebunden, 3. ſey es einſeitig und

mangelhaft, den elektriſchen Stoff nur dort wirkſam zu denken, wo er ſich durch Anziehen und Abſtoßen, u. dgl. äußere, da er doch auf hundert andere Arten wirken könne, wie uns ſchon ein einziges Plattenpaar der Volta'ſchen Säule zeige, 4. beym Entzweybrechen einer Siegellackſtange äußere ſich die Elektricität durch Anziehen leichter Körper ohne Lichtausbruch; beym Entzweybrechen des Candies-Zuckers äußere ſie ſich, wie er glaube, durch Licht ohne Anziehen; es ſey ja das Licht ſo gut ein Zeichen freyer Elektricität wie das Anziehen. Gerade der Umſtand ſey merkwürdig, daß ſich beym Brechen guter Nichtleiter ein Anziehen ohne Licht, bey Halbleitern ein Licht ohne Anziehen einſtelle. Ueberhaupt ſey es höchſt wahrſcheinlich, daß nicht allein bey der Bildung der Kryſtalle, ſondern allgemein bey jedem Uebergang in einen ſtarren Körper die elektriſche Kraft ſich thätig erweiſe, und gleichſam als Licht gebunden werde; daher habe man auch Grund genug anzunehmen, daß ſich beym Bruche des ſtarren Körpers dieſes gebundene Licht wieder frey mache, und als freyes elektriſches Licht wahrgenommen werde.

Daß bey der Bildung der Kryſtalle Elektricität vorzüglich mit im Spiele ſey, hat Herr Prof. Schweigger *) aus den bisherigen Erfahrungen und daraus gezogenen Schlüſſen ſehr ſinnreich an verſchiedenen Stellen ſeines Journals hervorgehoben. Es ſcheint, daß die polariſche Kraft der Elektricität auf die verſchiedenen Formen der Körper hinwirke.

Herr D. Goebel war bey der oben angeführten Lichterſcheinung der Kohlenſäure, welche aus dem gährenden Faſſe aufſtieg, der Meinung, daß durch den Druck der Flüſſigkeitsſäule und durch die beym Aufſteigen in ſelbiger entſtandene Reibung der Gasblaſen keine Elektricität erregt ſeyn könne, weil die Gasblaſen leuchtend erſchienen, ſo wie ſie aus dem Faſſe in die Röhre traten;

---

*) Journal für Chemie und Phyſik. B. V. S. 56. ff. B. XL. S. 253. ff.

ihr Licht wurde alsdann beym Aufſteigen immer ſchwächer, und erloſch endlich ganz, ſo wie ſie mit der Luft in Berührung kamen. Herr Goebel frägt daher: ſollte vielleicht der Gährungsprozeß ein wirklicher elektriſcher Prozeß ſeyn? Daß der Gährungsprozeß mit dem elektriſchen Prozeſſe an der galvaniſchen Säule auffallende Aehnlichkeit beſitzt, hat beſonders Herr Schweigger zu zeigen geſucht. Indeſſen könnte auch nach der letztern Vorſtellung des Herrn Goebel's beobachtete Lichterſcheinung aus einem andern Geſichtspunkte betrachtet werden. Da nämlich Zucker der zur Gährung ausgeſetzten Flüſſigkeit beygefügt war, ſo könnte es ſeyn, daß dieſer in der Röhre kryſtalliſirte, und daß alſo die Zuckerkryſtalle es waren, welche leuchteten. Und da zwiſchen Gasentbindung und Kryſtalliſation eine größere Aehnlichkeit ſey, als man gewöhnlich vorausſetze, welche ſich ſchon durch die Begünſtigung beyder von Anlegepunkten offenbare, ſo habe es auch nichts auffallendes, wenn wir geradezu die Lichterſcheinung bey einer Gasentwickelung aus gleichem Geſichtspunkte betrachteten mit den Lichterſcheinungen bey Kryſtalliſationen. Vielleicht könnte aber auch dieſe Lichterſcheinung ein Condenſationslicht ſeyn.

In den neuern Zeiten ſind auch die Lichterſcheinungen, welche bey chemiſchen Vermiſchungen und bey Zerſetzungen erfolgen, näher unterſucht worden. So geben häufig höchſt concentrirte Säuren und waſſerfreye Baſen bey ihrer Vereinigung eine Lichterſcheinung, wovon man mehrere von Heinrich [*]) angeſtellte Verſuche in ſeinem bekannten Werke nachleſen kann. Ausgeglühete Magneſia und Vitriolöl; große Mengen Vitriolöl und Waſſer; Baryt im ſalzſauren Gas erhitzt; Kalk oder Baryt in Waſſer gelöſcht u. ſ. f. bringen Lichterſcheinungen hervor. Beſonders merkwürdig iſt die Lichtentwickelung des Zirkonerdehydrats, des Eiſenoxyds, des Chrom-

---

*) Die Phosphorescenz der Körper. Fünfte und letzte Abhandlung. Nürnberg 1820. 4.

oxyds, des Rhodiums, ſo wie einiger antimonigſauren und antimonſauren ſchweren Metalloxyde, welche zuerſt bis zum Verluſte des Waſſers und dann bis nahe zum Rothglühen erhitzt, in Flamme gerathen ohne eine weitere Gewichtsveränderung, aber eine bey weitem geringere Auflöslichkeit in verſchiedenen Flüſſigkeiten, als zuvor, zeigen. Eine ähnliche Erſcheinung bemerkte auch **Berzelius** [α]) beym Glühen des eiſenblauſauren Ammoniaks, des Berlinerblaues, des eiſenblauſauren Kupfers, der Cyanüren von Eiſen und Kalcium, Eiſen und Bley. Auch **Biſchof** nahm eine ſchwache Lichterſcheinung beym Schmelzen der Boraxſäure in einem Platintiegel wahr. Nach **Berzelius** [β]) ſind dieſe Lichtentwickelungen eine Folge einer, in der Hitze eintretenden innigern Miſchung der Grundſtoffe, ſo daß in den vorgenannten Oxyden der Sauerſtoff ſich mit dem brennbaren Körper, in den angeführten Salzen die Säure mit der Baſis in innigere Verbindung tritt.

Bey folgenden Zerſetzungen ſindet Lichtentwickelung Statt: bey der Zerſetzung des Euchlorins zwiſchen + 34° und + 40°; bey Zerſetzung des oxygenirten Waſſers, des Chlorſtickſtoffs und Jodſtickſtoffs; bey Zeſetzung des Zinnobers durch Zinkfeile; bey Zerſetzung des Zirkonerdehydrats [γ]).

Nach Herrn **Heinrich**'s Anſichten ſtellt ſich jederzeit ein Verbrennen ein, ſobald das Leuchten eine Folge der Temperaturerhöhung iſt, und dies iſt der Fall bey allen Miſchungen; übrigens iſt er der Meinung daß es ein Leuchten ohne Verbrennen giebt, und daß Lichtſtoff und Wärmeſtoff verſchieden ſind.

(Zuſ. z. S. 876. Th. III.). Goettlings Anſichten über das Verhalten des **Kunkel**'ſchen Phosphors in ver-

---

α) Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XXX. 30. 48. 49. 50.

β) Verſuch über die Theorie der chemiſchen Proportionen. Dresd. 1820. 8. S. 70.

γ) Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. VII. S. 75. S. 514.

ſchiedenen Gasarten wurden vom Herrn Boeckmann [α]) aufs vollkommenſte beſtätigt. Auch Herr Heinrich [β]) hat mit dieſem Produkte beſonders in Hinſicht des Leuchtens mehrere und merkwürdige Verſuche angeſtellt. Daß der Act des Verbrennens des Phosphors von dem Acte des Leuchtens verſchieden ſey, iſt durch neuere Verſuche vollkommen beſtätigt worden. Nach Heinrich läßt ſich das Leuchten des Phosphors nur unter ſolchen Umſtänden und bey ſolchen Subſtanzen bemerken, welche die Eigenſchaft beſitzen, mit dem Phosphor eine Verbindung einzugehen, welche weder von der Temperatur, noch vom Sauerſtoffgas abhängt. Dies ſcheint beym Stickſtoffgas, beym Schwefel, beym Waſſer, und ſelbſt bey der Kohlenſalzſäure der Fall zu ſeyn. Die anfängliche Auflöſung des Phosphors in dieſen Subſtanzen wird zwar beſtändig von der Temperatur einiger Maaßen abhängen; iſt aber einmal die Verbindung eingeleitet, ſo kann die Auflöſung auch in niedrigen Temperaturen fortgeſetzt werden; und dann kann der für ſich ſehr lichtreiche Phosphor ein leuchtendes Phänomen gewähren, woran der Sauerſtoff nicht den mindeſten Antheil hat. Auf dieſe Art läßt ſich wenigſtens das Leuchten des Phosphors im Stickſtoffgas bey 0° Reaum., im eiskalten Waſſer bey — 2°, im Eiſe bey — 4°, im Schwefel- nnd Phosphorgemiſch bey — 1° erklären. Iſt man auf dieſe Lichterſcheinungen aufmerkſam, ſo wird man bey niedrigen Temperaturen nicht mehr den Phosphor ſelbſt, ſondern immer nur das den Phosphor umgebende Auflöſungsmittel leuchten ſehen; das Aufgelöſte nämlich, nicht aber das erſt Aufzulöſende leuchtet; gerade ſo iſt der Erfolg bey der gephosphorten Salzſäure. Dieſe Subſtanzen und wahrſcheinlich noch mehrere äußern gegen den Phosphor eine Auflöſungs- und eine Zerſetzungskraft, woran das Sauerſtoffgas keinen Antheil hat; ſie gewähren daher auch eine Lichter-

---

α) Ueber das Verhalten des Phosphors in verſchiedenen Gasarten. 1810.

β) Die Phosphorescenz der Körper. Zweyte Abhandlung. S. 195 ff.

ſcheinung, die kein Verbrennen genannt werden kann, ungeachtet dabey eine Oxydation der leuchtenden Subſtanz vor ſich geht.

Wird Phosphor in einer Flaſche unter Waſſer gebracht, ſo oxydirt er ſich, und das Waſſer wird ſäuerlich. Dieſes Waſſer hat die beſondere Eigenſchaft, daß es in einer wohlverkorkten Flaſche leuchtet, ſo oft es darin geſchüttelt wird, und zuweilen, ohne wahrnehmbare äußere Urſache, einen ſchnell vorübergehenden Schein von ſich giebt. Wenn man aus ſchwarzem Papiere, womit eine ſolche Flaſche beklebt wird, eine Figur ausſchneidet, ſo erſcheint im Dunkeln eine leuchtende Figur, wenn die Flaſche geſchüttelt wird. Oeffnet man den Pfropf, oder ſchließt er nicht feſt, ſo verſchwindet das Leuchtungsvermögen des Waſſers augenblicklich, und kehrt erſt dann wieder zurück, wenn die Flaſche wieder eine lange Zeit luftdicht verſchloſſen geweſen iſt. Dieſe Erſcheinung iſt bis jetzt noch nicht erklärt.

In der verdünnten Luft, z. B. unter der Glocke einer Luftpumpe, entzündet ſich der Phosphor und brennt mit einer ſchwachen, aber hohen Flamme, wenn er mit Harz oder Schwefel gemengt und auf etwas Baumwolle gelegt wird. Dieſer Verſuch gelingt nur, wenn der Stiefel der Luftpumpe weit genug, und die Verdünnung ſchnell vor ſich geht. Wird eine Stange trockenen Phosphors Stellenweiſe mit Harz oder Schwefel beſtreut, und dann unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht, ſo nimmt man wahr, daß beym Auspumpen der Luft, der Phosphor auf den beſtreueten Stellen mehr zu leuchten anfängt, und daß dieſes Leuchten mit der Verdünnung der Luft zunimmt, bis ſich der Phosphor endlich entzündet. Van Bemmelen *) iſt der Meinung, daß dieſe Erſcheinung einer Verbindung des Schwefels oder Harzes mit dem Phosphor zuzuſchreiben ſey, welche im luftleeren Raume leichter eintrete, und wobey Wärme ent-

*) Neues allgemeines Journal der Chemie. B. II. S. 252 ff.

ſtehe, welche den Phosphor oder deſſen neue Verbindung entzünde. Da aber dieſe Erſcheinung auch erfolgt, wenn der Phosphor in Baumwolle eingewickelt wird, ſo ſcheint es doch, als wenn dadurch dieſelbe noch nicht erklärt werde.

Ueber die Wirkungen des Sonnenlichtes auf den Phosphor hat Herr Vogel in Paris mehrere intereſſante Beobachtungen gemacht. Es leidet derſelbe an dieſem Lichte eine Veränderung ſo, daß nach den bisherigen Erfahrungen ſein Gewicht keine Aenderung erfährt. Der Phosphor wird nämlich durch das Licht geröthet, und dies erfolgt nicht nur im luftleeren Raume, ja ſelbſt in der torricelliſchen Leere, ſondern auch im Stickſtoffgas, Waſſerſtoffgas, gekohltem Waſſerſtoffgas, unter Waſſer, Weingeiſt, Oel und andern Flüſſigkeiten. Wenn man den Phosphor in Aether, Oel oder Waſſerſtoffgas aufgelöſt, dem Sonnenlichte ausſetzt, ſo wird er ſogleich als rother Phosphor daraus ausgeſchieden. Dieſer Veränderung iſt er ſehr leicht im violetten Lichte, oder in Gefäßen vom violetten Glaſe unterworfen. Sehr leicht wird der Phosphor im Stickſtoffgaſe, nicht aber im Waſſerſtoffgaſe, durch das Sonnenlicht geſchmolzen; und in der torricelliſchen Leere ſublimirt er ſich in Geſtalt glänzender rother Schuppen.

Nach Plac. Heinrich wallt der Phosphor in einem 12 Zoll langen Glascylinder und bey ſchwach gehemmter Communication mit der äußern Luft bey + 200° Reaum. auf; in freyer Luft wird er bey + 53° flüſſig, wenn er in einem Gläschen von 2 Zoll Höhe und 1 Zoll Weite liegt; denn ganz im Freyen verbrennt er ſchon vor dem Schmelzen; in gemeiner Luft fängt er frey aufgehangen bey + 30° Feuer; in weniger reinem Sauerſtoffgas fängt er Feuer in einer Bouteille von 40 Kubikzoll Luftinhalt bey + 20 oder + 18°; in gemeiner Luft hält Phosphor mit dem Leuchten aus bis + 2, auch wohl + 1°. Da alles Leuchten mit Dämpfen begleitet iſt, ſo gelten dieſe Angaben auch für die Dampftemperatur des Phosphors. Die ausbrechenden Dämpfe des in einem

Glas mit enger Mündung unter Waſſer erhitzten Phosphors entzünden ſich bey + 78°. Phosphor unter Waſſer ſchmilzt bey + 37½°; unter Waſſer geſchmolzener Phosphor wird wieder conſiſtent bey + 32°.

Bey Wiederholung dieſer Verſuche fand Thomſon, daß die Temperatur, bey welcher der Phosphor ſich entzündet, ſehr von der Reinheit deſſelben abhängt.

Nach Berzelius *) verbindet ſich der Phosphor mit dem Sauerſtoffe in verſchiedenen Verhältniſſen. Es ſind von ihm zwey Oxyde und drey Säuren bekannt. Von den letztern ſ. m. den Artikel: Phosphorſäure. Der oxydirte Phosphor iſt entweder weiß oder roth. Der weiße iſt Phosphor-Oxydul, und entſteht auf der Oberfläche des Phosphors, wenn er unter Waſſer verwahrt wird, beſonders wenn er auf einer Stelle ſteht, wo ihn das Sonnenlicht treffen kann. Hier verbindet ſich der Phosphor mit einem Theile vom Sauerſtoffe des Waſſers, und der Waſſerſtoff mit einem Theile des Phosphors wird im Waſſer aufgelöſt. Der rothe oxydirte Phosphor iſt Phosphoroxyd. Man erhält es, wenn man ein wenig Phosphor auf einem Glaſe verbrennt, wobey die Stelle, wo der Phosphor lag, mit einer weißen Kruſte überzogen wird, die während dem Abkühlen feucht und roth wird. Es entſteht dieſes von einer kleinen Menge Phosphorſäure, welche aus der Luft Waſſer an ſich zieht, und mit etwas mehr Waſſer weggeſpült werden kann, wo dann das Oxyd zurückbleibt. Dieſes Oxyd iſt ein rothes Pulver, das an der Luft nicht leuchtet. Bey einer höhern Temperatur kann es entzündet werden, und brennt mit gelber Flamme, verlöſcht aber, wenn es aus dem Feuer heraus genommen wird. Von der Salpeterſäure wird es unter Entwickelung von ſalpetrichtem Gaſe aufgelöſt und in Phosphorſäure verwandelt. Die Flüſſigkeiten, welche den Phosphor auflöſen, löſen es nicht auf.

---

*) Lehrbuch der Chemie. Dresd. 1823. B. I. S. 195.

Aus neuern Verſuchen, nach welchen der Phosphor der Wirkung einer ſtarken galvaniſchen Batterie ausgeſetzt wurde, ſchien ſich zu ergeben, daß der Phosphor nicht, wie man bisher geglaubt hatte, eine einfache Subſtanz ſey, ſondern vielmehr Waſſerſtoff und Sauerſtoff enthalte. Allein die Verſuche, welche von Thenard und Gay-Luſſac angeſtellt wurden, führten zu dem Reſultate, daß der Phosphor keinen Sauerſtoff, und ſo weit die bisherigen Unterſuchungen reichen, auch keinen darlegbaren Waſſerſtoff enthalte.

Nach der Zeit hat aber Thenard *) neuere Verſuche mit dem Phosphor angeſtellt, und bey gleicher Behandlung deſſelben gefunden, daß er nicht immer einerley Anſehen erhält. Bringt man nämlich einen Phosphorſtengel in eine enge an beyden Seiten zu verſchließende gläſerne Röhre, worin ſo viel Waſſer ſich befindet, daß er damit ganz bedeckt iſt; erwärmt man ſodann die Röhre gehörig und ſchüttet kaltes Waſſer darüber: ſo wird der Phosphor bald erſtarren und ſchwarz werden. Thenard glaubte anfänglich, daß dieſer Erfolg bey jeder Art Phosphor Statt finden würde; allein dies war bey Wiederholung des Verſuchs der Fall nicht, vielmehr mußte, wenn derſelbe Erfolg eintreten ſollte, der Phosphor mehrere Male, oft zehn Mal deſtillirt werden. Herr Thenard weiß noch nicht, worauf der Unterſchied in den Eigenſchaften beruhe, welcher zwiſchen den beyden Arten von Phosphor Statt fände. Er konnte weder von der Gegenwart des Schwefels noch der Kohle herrühren. Da nun der Phosphor bey ſeiner Bereitung nur in Berührung mit dieſen beyden verbrennlichen Körpern und außerdem mit Waſſerſtoff, mit Sauerſtoff, mit Kalk und mit den Wänden der Retorte iſt, es aber nicht wahrſcheinlich iſt, daß jener Erfolg von einem der drey letzt genannten Körper abhänge, ſo ſehe man ſich veranlaßt, ihn

*) Lehrbuch der theoretiſchen und praktiſchen Chemie. Leipzig 1825. Th. I. S. 193.

auf Rechnung des Waſſerſtoffs zu ſchreiben. Würde man aber, fragt Thenard, dieſe Annahme als gültig vorausgeſetzt, den ſchwarzen oder den andern Phosphor für waſſerſtoffhaltig anzuſehen haben? Vielleicht ließe ſich zur Entſcheidung hierüber ſo gelangen, daß man beyde vergleichungsweiſe der Wirkung der Volta'ſchen Batterie ausſetzte; und ſollte er ſich jetzt ſchon für eine Meinung erklären, ſo würde er in dem, welcher durchſcheinend bleibt, einen Waſſerſtoffgehalt vermuthen; weil nach Davy, wenn man durch gewöhnlichen geſchmolzenen Phosphor einen Volta'ſchen Strom gehen laſſe, gephosphortes Waſſerſtoffgas ſich bilde.

Phosphorſäure (Zuſ. zu S. 879. Th. III) Es kann der Phosphor bey zwey verſchiedenen Temperaturen brennen, wobey er zwey verſchiedene Säuren bildet. Brennt er in trockenem Sauerſtoffgas oder in atmoſphäriſcher Luft mit einer hellen Flamme, ſo ſetzt ſich in verſchloſſenen Gefäßen der dicke Rauch in weißen Flocken als waſſerfreye Phosphorſäure an den Wänden der Gefäße an, welche aber bis jetzt noch wenig gekannt iſt. Die gewöhnliche Phosphorſäure iſt vielmehr waſſerhaltige Phosphorſäure, welche beym gehörigen Erkalten einem durchſichtigen Glaſe gleicht. Nach Berzelius beſteht dieſe Phosphorſäure aus 44 Theilen Phosphor und 56 Theilen Sauerſtoff, oder 100 Theile Phosphor vereinigen ſich mit 127,45 Theil Sauerſtoff. Nach H. Davy Beſtimmung vom Jahre 1818 iſt die Phosphorſäure zuſammengeſetzt aus 100 Theilen Phosphor und 134,5 Sauerſtoff. Dies Verhältniß beſtimmte er mit Hülfe folgender Operation: Er verbrannte den Phosphordampf, indem derſelbe aus einer kleinen Röhre hervordrang, welche in einer mit Sauerſtoffgas angefüllten Retorte angebracht war.

Wenn der Phosphor bey einer nicht über + 20° anſteigenden Wärme der freyen Luft ausgeſetzt wird, ſo leuchtet er mit einem blaſſen und ſchwachen Scheine, und giebt einen weißen, knoblauchartig riechenden Rauch von

ſich, welcher aus der Luft Waſſer anzieht, ſich damit verdichtet, und eine ſchwarze flüſſige Säure bildet, welche **phosphorichte Säure** (acidum phosphorosum, acide phosphoreux) genannt wird. Man gewinnt ſie auf folgende Art: man hängt kleine Stückchen Phosphor an Drähte über einen Glastrichter ſo auf, daß ſie frey hängen, und keins das andere berührt; der Trichter wird in die Oeffnung einer Flaſche geſtellt, dieſe in ein Waſſerfaß geſetzt und über dieſelbe eine tubulirte Glasglocke geſtürzt. Der Phosphor oxydirt ſich hierbey zur phosphorichten Säure, welche allmählich durch den Trichter in die Flaſche hinabtröpfelt. Nach Davy ſoll man waſſerfreye phosphorichte Säure erhalten, wenn der Phosphor bey mäßiger Hitze in verdünnter Luft brennt. Dieſe Säure bildet eine weiße Maſſe und iſt flüchtig. Noch eine andere Art phosphorichte Säure zu erhalten, hat ebenfalls Davy angegeben. Wenn nämlich Phosphor und ätzender Sublimat bey einer ſehr hohen Temperatur auf einander wirken, ſo erzeugt ſich eine Flüſſigkeit, welche Phosphor-Protochlorid heißt. Ein Zuſatz von Waſſer verwandelt dieſe Flüſſigkeit in Salzſäure und phosphorichte Säure. Eine mäßige Hitze reicht zu, erſtere aufzutreiben, und letztere bleibt mit dem Waſſer verbunden.

Nach Davy iſt die phosphorichte Säure zuſammengeſetzt aus 57,143 Theilen Phosphor und 42,857 Sauerſtoff; nach Berzelius aus 56,67 Theilen Phosphor und 43,33 Sauerſtoff. Uebrigens bemerkt Berzelius, daß man allen Grund zu vermuthen habe, daß die beyden vorgenannten Phosphorſäuren ſich mit einander verbinden könnten, und daß das, was man vor Davy als phosphorichte Säure betrachtet habe, eigentlich nichts anders, als eine ſolche Verbindung geweſen ſey.

Thenard fand, daß in der Phosphorſäure, welche durch das Leuchten des Phosphors in feuchter Luft gebildet wird, 100 Theile Phosphor, alſo weniger, als in der Phosphorſäure, und mehr, als in der phosphorichten

Säure, aufnehmen. Ob dies aber eine eigene chemiſche Verbindung, oder eine gleichzeitige Bildung und ein dadurch entſtehendes Gemenge ſey, iſt bis jetzt noch nicht durch entſcheidende Verſuche ausgemacht.

Von Dulong [a]) wurde noch eine dritte Säure des Phosphors entdeckt, welche noch weniger Sauerſtoff als die phosphorichte Säure enthält, und acide hypophosphoreux (unterphosphorichte Säure) genannt wird. Man gewinnt ſie, wenn man die ſogenannten Phosphoralkalien auf das Waſſer wirken läßt. Wenn man z. B. Phosphor-Baryt in Waſſer wirft, ſo erfolgt ein Aufbrauſen, und das Waſſer wird zerſetzt; ein Theil des Phosphors verbindet ſich mit dem Sauerſtoffe, und ein anderer Theil deſſelben bildet mit dem Waſſerſtoffe Phosphor-Waſſerſtoffgas und entweicht als ſolches; aus der dadurch entſtandenen phosphorſauren Baryterde wird dieſelbe, nach Abſcheidung des nicht aufgelöſten Rückſtandes auf dem Filtrum, durch verdünnte Schwefelſäure ſehr leicht niedergeſchlagen. Die hypophosphorichte Säure bleibt dabey in der Auflöſung zurück, und kann durch vorſichtige Abdunſtung bis zur Stärke eines dünnen Syrups concentrirt, aber zum Kryſtalliſiren nicht gebracht werden. Dieſe Säure hat einen beißenden und ſcharfen ſauren Geſchmack. Sie verbindet ſich mit den Alkalien, Erden und Metallen zu eigenen Salzen, welche ſich im Allgemeinen durch ihre große Leichtauflöslichkeit auszeichnen, ſo daß ſelbſt diejenigen Körper, welche mit den beyden andern Phosphorſäuren ſchwer auflösliche Salze geben, mit dieſer leichtauflösliche bilden. Nach Dulong iſt dieſe Säure zuſammengeſetzt aus 72,75 Theilen Phosphor, und 27,25 Sauerſtoff.

M. ſ. Berzelius Lehrbuch der Chemie. Erſter Band. Dresd. 1823. 8. S. 464 ff.

Photometer (Zuſ. z. S. 886. Th. III.). Der Graf v. Rumford [β]) hat nach der Zeit noch ein einfacheres

---

[a]) Schweigger's Journ. für Chemie u. Phyſ. B. XVIII. S. 164 ff.
[β]) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLV. S. 349 f.

Photometer angegeben, welches er bey Vergleichung der aus Lichtflammen ausfließenden Lichtmengen für ſehr gut fand. Seine Einrichtung iſt folgende: In der Mitte der obern Fläche eines hölzernen aus Brettern zuſammengeſetzten Würfels von 8 Zoll Seite, der mit ſchwarzem Papier überzogen iſt, befindet ſich ein ſchwaches ſenkrecht ſtehendes Bret von 4 Zoll Breite, 6 Zoll Höhe und ½ Zoll Dicke, welches auf einer Seite mit weißem Papiere überklebt iſt. Auf dieſer weißen Fläche iſt in der Mitte, mit Dinte und Feder eine ſchmale ſchwarze Linie von oben herunter gezogen, welche dieſe Fläche halbirt. Vor dieſer weißen Fläche ſtehen, in der Entfernung von 4,2 Zoll, zwey kleine, ſchwarz angeſtrichene hölzerne Stäbe, von 4 Zoll Höhe und ½ Zoll Durchmeſſer. Dieſe kleinen cylindriſchen Stäbe ſind 3,2 Zoll von einander entfernt und ſtehen in zwey Löchern feſt, welche für ſie in der obern Fläche des Würfels gebohrt ſind. Sie ſind gleich weit, nämlich 3 engl. Zoll von der ſchwarzen Vertikallinie entfernt, welche die Mitte der weißen Fläche des Photometers angiebt.

Die Anwendung dieſes kleinen photometriſchen Werkzeugs geſchieht folgender Maaßen: Nachdem man in einem finſtern Zimmer drey kleine Tiſche 7 bis 8 Fuß von einander ſo geſtellt hat, daß ſie die drey Scheitelpunkte eines gleichſeitigen Dreyecks einnehmen, werden das Photometer auf den einen Tiſch, und die beyden Lampen auf die beyden andern Tiſche geſtellt, und man ſorgt dafür, daß die Flammen der Lampen und die Mitte der weißen Fläche des Photometers ſich in einerley Höhe oder in einer horizontalen Ebene befinden. Der Beobachter ſetzt ſich vor dem Photometer, den Rücken gegen die Lampen gekehrt und richtet das Inſtrument gegen die beyden Lampen ſo, daß die Strahlen ihrer Flammen auf die weiße Fläche unter gleichen Einfallswinkeln auffallen, und daß die zwey innern, von den beyden Stäben gebildeten Schatten ſich bey der ſchwarzen Vertikallinie in der Mitte der Fläche berühren, ohne ſich mit einander zu vermiſchen.

Die beyden äußern Schatten fallen außer der Fläche des Photometers und werden alſo nicht geſehen. Statt der Tiſche, auf welchen die beyden Lampen ſtehen, gebrauchte v. Rumford zwey 12 Fuß lange, mit dem Photometer verbundene Lineale, auf welchen er den Skalen zuletzt eine ſolche Einrichtung gab, daß er von ihnen unmittelbar und ohne Rechnung die relativen Intenſitäten der beyden Lichter ableſen konnte. Sie wurden nämlich in gleiche Theile getheilt; der erſte Theilſtrich ſteht 10 Zoll weit von der Mitte des Feldes ab, auf welches ſich die Schatten projiciren, wenn der Apparat zum Verſuche fertig iſt, und wird mit 10 bezeichnet. Bey den übrigen Theilſtrichen dieſer Licht-Skale kommen Zahlen zu ſtehen, welche ſich wie die Quadrate des Abſtandes des Theilſtrichs von jener Mitte verhalten. Nur das eine Licht wird ſo lange verſchoben, bis es mit dem andern unverrückten die Dichtigkeiten der beyden Schatten vollkommen gleich macht. Iſt das letztere der Fall, ſo geben die Zahlen an der Licht-Skale das Verhältniß der Lichtmengen an, welches die Lichtflammen ausſenden.

Noch ein anderes Photometer hat Herr Prof. **Lampadius** *) angegeben. Es beſteht dieſes in einem Cylinder von Pappe oder Holze zwey Zoll im Durchmeſſer und von einem Schuh Länge. In dieſem bewegt ſich, wie in Perſpektiven, ein zweyter Cylinder auf und nieder. Das äußere vom Auge entferntere Ende des innern Cylinders iſt mit einer weißen Glasſcheibe belegt. Auf dieſe werden, wenn man das Licht der Sonne oder Licht eines chemiſchen Prozeſſes beobachten will, Scheiben von mäßig getrübtem Beinglaſe oder von Horn, welches zu Nachtlaternen gebraucht wird, gelegt, welches in einem ſchwachen Grade durchſcheinend iſt, bis das Licht bis auf den letzten Schimmer gedeckt iſt. Je mehrere ſolche Scheiben zur völligen Deckung des Lichtes gebraucht werden, um ſo ſtärker iſt der Grad des Lichtes, wobey die

*) Schweigger's Journ. für Chemie u. Phyſik. B. X. S. 124. 406.

Zahl der Grade durch die Zahl der zur Deckung gebrauchter Scheiben angegeben wird. Bey dieſer erſten Einrichtung des Werkzeuges war noch die genaue Beſtimmung der Grade der Lichtmeſſung etwas ſchwankend. Um alſo dies Photometer correſpondirend mit andern ſeines gleichen zu machen, gab Herr Lampadius demſelben folgende Einrichtung *): Er richtete 8 bis 10 weiße mit Sauerſtoffgas gefüllte Glasflaſchen ein, und verbrannte nach und nach in jeder Flaſche Sauerſtoffgas einige Gran Phosphor. Dieſe Verbrennung geſchah jedes Mal auf einem genau bezeichneten Platze des Experimentirtiſches. In der Entfernung von zwey Fuß wurde nun das Photometer aufgeſtellt, und ſo lange Beinglas- oder Horn-Scheiben eingelegt, bis das Licht des in Sauerſtoffgas brennenden Phosphors nicht mehr erkannt wurde. Die hier gebrauchten Scheiben wurden nun nicht mehr gezählt, ſondern durch ein Meßinſtrument wurde die Länge des aus Scheiben zuſammengeſetzten Cylinders genau gemeſſen, und in 100 Grade abgetheilt, ſo daß alſo 100 der höchſte Lichtpunkt iſt, und die Finſterniß den Nullpunkt für dieſes Inſtrument abgiebt. Für dieſe letztere Einrichtung war es alſo nicht mehr nöthig, Scheiben von gleicher Dicke zu nehmen, auch kann der eine zu ſeinem Werkzeuge etwas dunkeleres, ein anderer etwas lichteres Horn, oder Beinglas u. dergl. wählen; wenn nur ſämmtliche Scheiben von einerley durchſcheinender Maſſe ſind, und der äußerſte Lichtpunkt nach dem Verbrennen des Phosphors genommen, und nun der Zwiſchenraum in 100 gleiche Theile getheilt wird. Gebrauchte Lampadius Scheiben von Beinglas, ſo legte er jedes Mal 10 ſolcher Scheiben zuſammen, und verband ſie an den Außenſeiten mit ſchwarzem Siegellack. Dadurch wurden kleine Cylinder von Beinglas mit einem ſchwarzen Ueberzuge an der langen Außenſeite gebildet, wodurch auch zugleich der Vortheil entſtand, daß durch die Außenſeite

---

*) Schweigger's Journal für Chemie u. Phyſik. B. XI, S. 361.

der Cylinder auch nicht das geringſte von fremdem Licht eindringen konnte. Neben dieſen Cylinderſtücken ließ er nun noch zur Angabe der einzelnen zwiſchen die zehnſcheibigen Cylinder fallenden Grade 25 Scheiben von der Dünne, daß der aus ihnen zuſammengeſetzte Cylinder dieſelbe Länge als einer von 10 Scheiben hatte, unverbunden. Nun beſtimmte er den höchſten Lichtpunkt ebenfalls durch Verbrennung des Phosphors in weißen mit Sauerſtoffgas gefüllten Flaſchen. Zur Deckung des Phosphorlichtes gebrauchte er drey Cylinder und 24 einzelne Scheiben, worauf die Länge des ganzen Cylinders in 100 gleiche Theile getheilt wurde. Die Beobachtungen, welche Herr Lampadius mit dem Beinglas-Photometer und dem Horn-Photometer zu gleicher Zeit anſtellte, zeigten, daß beyde Inſtrumente ſehr correſpondirend waren.

Phyſik (Zuſ. z. S. 900. Th. III). Die außerordentlichen Fortſchritte, welche ſeit der Entdeckung des Galvanismus in der geſammten Naturlehre ſind gemacht worden, beweiſen offenbar, daß die Phyſik und die Chemie ſchweſterlicher mit einander verbunden ſind, als man vormals glaubte. Es iſt durchaus nicht möglich, die Naturerſcheinungen gründlich zu erkennen, wenn man nicht in der Chemie die nöthigen Kenntniſſe erlangt hat. Die Ineinanderwirkungen der verſchiedenen Materien, welche in Berührung kommen, geben eine unendliche Menge Erſcheinungen in der Natur, welche einen vorzüglichen Gegenſtand der Phyſik ausmachen. Mit den Fortſchritten in der Chemie ſchreitet daher auch im gleichen Maaße die Phyſik fort. Es laſſen ſich folglich zwiſchen der Phyſik und der Chemie gar keine beſtimmte Grenzen feſtſetzen. Da ferner alle Veränderungen der Naturkörper außer uns nur in Raum und Zeit Statt finden können, und die Unterſuchung des erſtern Objekt der Mathematik iſt; ſo ſieht man, daß zur gründlichen Kenntniß der Phyſik Chemie und Mathematik ganz unentbehrlich ſind, und daß derjenige eine deſto tiefere Kenntniß

in der Phyſik beſitzt, je größer ſeine Kenntniſſe in der Mathematik und Chemie ſind. Unſer Geiſt hat überdem mit der Außenwelt eine ſolche bewundernswürdige Verbindung, daß er die durch die Sinne aufgefaßten Vorſtellungen von den Körpern ſelbſtthätig zergliedern und die Gründe, auf welchen die Erſcheinungen in der Natur beruhen, zu entwickeln vermag, welches ein Gegenſtand der Philoſophie iſt. Zu einer wiſſenſchaftlichen Naturforſchung muß daher auch der Naturforſcher das Studium der Philoſophie nicht verſäumen; denn ſelbſt die Möglichkeit der Mathematik, einer Wiſſenſchaft, die jeder Menſch als unbedingt wahr erkennen muß, beruht auf Grundſätzen der Philoſophie. Ein Phyſiker, welcher dieſen Namen mit Recht und Ehren verdienen will, muß daher außer den gewöhnlichen naturhiſtoriſchen Kenntniſſen der Körper, Mathematik, Chemie und Philoſophie in der größtmöglichſten Vollkommenheit ſtudiren. Mit dieſen Kenntniſſen ausgerüſtet ſind auch in den neueſten Zeiten ſehr merkwürdige und intereſſante Entdeckungen in der Phyſik gemacht worden. Aus der glänzenden Entdeckung des Galvanismus entwickelte Volta ſeine bekannte Säule, welche durch die Bemühungen vieler achtungswürdiger Männer in dem Gebiete der Chemie ein vorzügliches Werkzeug zur tiefern Ergründung der chemiſchen Verbindungen, zur größern Erhellung der ſogenannten Imponderabilien, und zur nähern Kenntniß des noch ſo tief verborgenen Magnetismus geworden iſt. Ueberdem wurden auch die Anſichten eines Richter über die Anwendung der Mathematik auf die Beſtimmung der Miſchungsverhältniſſe, welche beynahe in Vergeſſenheit gekommen waren, beſonders durch die Bemühungen des Herrn Berzelius einer neuen Unterſuchung unterworfen, und dieſer chemiſch-mathematiſche Theil in der Chemie veranlaßte die ſogenannten ſtöchiometriſchen Betrachtungen, welche ein weites und wichtiges Feld zu bebauen eröffnet haben. Von allen dieſen und andern neuen wichtigen Entdeckungen findet man das weſentlich

Nothwendigſte in verſchiedenen Artikeln dieſes Wörterbuchs.

Von der ſehr großen Anzahl der neuern Lehrbücher der Phyſik führe ich blos die von J. T. Mayer α), E. G. Fiſcher β), Tib. Cavallo γ), J. G. F. Schrader δ), J. Ph. Neumann ε), Fr. Hildebrandt ζ), G. G. Schmidt η), J. J. Fries ϑ), Parrot ι), B. Scholz κ), F. Kries λ), J. B. Tromsdorff μ), G. F. Biot ν), G. W. Muncke ξ) und C. W. G. Kaſtner ο) an.

Die von Zeit zu Zeit gemachten Entdeckungen findet man in den Zeitſchriften von L. W. Gilbert π), Gehlen ρ), Schweigger ς), A. N. Scherer τ), Arago

---

α) Anfangsgründe der Naturlehre. Göttingen.

β) Lehrbuch der mechaniſchen Naturlehre. Berlin.

γ) Handbuch der Experimental-Naturlehre, aus dem Engl. überſetzt von Tromsdorf. Erfurt 1806. 4 Bände. 8.

δ) Grundriß der Experimental-Naturlehre u. ſ. w. Neue von W. Gilbert umgearbeitete Auflage mit vielen Figur. Hamb. 1822. 8. Dritte Auflage.

ε) Lehrbuch der Phyſik. I. Theil. Wien 1818. 8.

ζ) Anfangsgründe der dynamiſchen Naturlehre. Erlang. 1807. 8.

η) Handbuch der Naturlehre. Gießen 1813 8. 2te Aufl.

ϑ) Syſtem der theoretiſchen Phyſik. Heidelberg 1812. 8.

ι) Grundriß der theoretiſchen Phyſik. I-III. Theil. Riga u. Leipz. 1811. 1815. 8.

κ) Anfangsgründe der Phyſik. Wien 1816. 8.

λ) Lehrbuch der Phyſik für gelehrte Schulen. Jena 1816. 8.

μ) Grundriß der Phyſik. Gotha 1817. 8.

ν) Traité de phyſique experimentale et mathematique. Tom. I-IV. à Paris 1816. 8. Deſſen Lehrbuch der Experimental-Phyſik oder Erfahrungs-Naturlehre dritte Aufl. überſetzt von M. Theod. Fechner. 1-4 Band. Leipz. 1825. 8.

ξ) Anfangsgründe der Experimentalphyſik ꝛc. Heidelberg 1819. 8.

ο) Grundriß der Experimentalphyſik. I. u. II. Band. 2te verm. und verbeſſ. Aufl. Heidelberg 1820. 8.

π) Annalen der Phyſik, wird fortgeſetzt von Poggendorf.

ρ) Journal für die Chemie, Phyſik und Mineralogie. Berlin 1810. IX. B. gr. 8.

ς) Journal für Chemie und Phyſik, wird fortgeſetzt.

τ) Allgemeine nordiſche Annalen der Chemie u. ſ. w. St. Petersburg 1819. 8.

und Gay-Luſſac [α]), Thomſon [β]), Kaſtner [γ]), Brugnatelli [δ]), Bode [ε]) und andere.

Platina (Zuſ. z. S. 916. Th. III.). Herr Vauquelin [ζ]) hat das Platin auch in den Silbererzen von Guadalcanal in Spanien entdeckt. Das platinhaltige Silber iſt grau, und hat viele Aehnlichkeit mit dem Fahlerz. Es enthält Kupfer, Bley, Antimon, Eiſen, Schwefel, Silber und bisweilen Arſenik. Indeſſen ſcheint das Platin in den Silbererzen von Guadalcanal in ſehr veränderlicher Menge vorzukommen. Der Herr Berzelius erhielt von dem Abbé Herrn Hauy eine kleine Portion dieſes platinhaltigen Silbererzes zur Unterſuchung; allein er konnte nicht die geringſte Spur von Platin darin auffinden. Andere Proben gaben aber dem Herrn Vauquelin für die Menge deſſelben zehn Procent.

Auch wurde in den neuern Zeiten entdeckt, daß das Platinerz außer Eiſen und Chrom noch vier andere neue Metalle enthalte, nämlich das Palladium, das Iridium, das Osmium und das Rhodium, wovon die einzelnen Artikel dieſer Metalle nachzuſehen ſind. Hieraus erhellet nun aber auch, daß dasjenige Platinmetall, welches man vormals zur Verarbeitung mancherley Gefäße angewandt hat, nicht ganz reines Platinmetall geweſen iſt. Um das Platinmetall ganz rein zu gewinnen, ſind von den neuern Chemikern mehrere Methoden angegeben; die zuverläſſigſte unter denſelben ſoll die von T. Cock angegebene ſeyn: es wird nämlich das rohe Platin in Salpeterſalzſäure aufgelöſt, mit ſalzſaurem Ammonium gefällt,

---

α) Annales de chimie et de physique. wird fortgeſetzt.

β) Annals of philosophy; or a magazine of Chimistry etc. London 1813. wird fortgeſetzt.

γ) Archiv für die geſammte Naturlehre. Nürnberg 1824. 8. wird fortgeſetzt.

δ) Giornale di Fisica, Chimica e storia naturale etc. Pavia 1808. Tom. I - X.

ε) Aſtronomiſches Jahrbuch 2c. jährlich ein Band. Berlin 8.

ζ) Annales de Chimie T. LX. p. 317. suiv. überſ. in Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. II. 694 ff.

und der Niederſchlag, Platinſalmiak genannt, geglüht, wodurch die Säure und das Alkali ausgetrieben, und das Metall in einen ſchwammigen Zuſtand zurückgeführt wird; dieſes Metall bringt man in einer parallelepipediſchen Form unter eine Münzpreſſe und giebt einen ſtarken Schlag darauf, wornach man es abermals glühet und die Zuſammenpreſſung erneuert, bis das Metall hinreichenden Zuſammenhang erlangt hat; zuletzt wird es mit einem Hammer zuſammengeſchlagen. Wollaſton war der erſte, welcher die Kunſt beſaß, das Platin ohne Arſenik ſchmiedbar zu machen; aber es iſt von ihm die Art, es zu bewerkſtelligen, nicht bekannt gemacht worden. Faſt mit einer unglaublichen Feinheit wurden von ihm Platindrähte verfertigt. Er machte eine Form für einen Silberdraht, ſetzte genau in die Mitte derſelben einen Platindraht ein, und füllte die Form mit geſchmolzenem Silber aus; der Draht wurde nun möglichſt ausgezogen, und der Ueberzug von Silber durch Scheidewaſſer hinweggenommen. Durch dieſes Verfahren war es leicht, Platindrähte zu erhalten, die $\frac{1}{4000}$ bis $\frac{1}{5000}$ Zoll im Durchmeſſer hatten. Ja Wollaſton erhielt Platindraht von $\frac{1}{30000}$ Zoll im Durchmeſſer; allein bey dieſer Feinheit war es doch unmöglich, Draht von einiger Länge zu erhalten.

Zum Sauerſtoff hat das Platin wenig Verwandtſchaft. Es oxydirt ſich weder an der Luft noch im Sauerſtoffgas, bey welcher Temperatur es auch ſeyn mag, und ſeine Oxyde werden gewöhnlich, noch ehe ſie glühen, reducirt. Wenn aber ein Platindraht vor der Flamme von Sauerſtoffgas oder mit dem Newmann'ſchen Gebläſe geſchmolzen wird, ſo wirft er Funken, welche denen vom brennenden Eiſen ähneln. Es iſt jedoch ungewiß, ob dieſe Erſcheinung nicht eher ein Umherſprühen des kochenden Metalls, als eine Verbrennung iſt. Die einzige Art, es mit Sauerſtoff zu verbinden, beſteht darin, daſſelbe in ein Gemenge von Salpeterſäure und Salzſäure aufzulöſen. Nach Herrn Berzelius ſind mit

Sicherheit zwey Oxydationsſtuffen bekannt, Oxydul und Oxyd.

Das Oxydul gewinnt man, wenn ſalzſaures Platinoxydul bey gelinder Wärme mit einer Lauge von kauſtiſchem Kali digerirt wird. Es wird dann als ein kohlenſchwarzes Pulver abgeſchieden. Ein Theil des Oxyduls löſt ſich in der überſchüſſigen Lauge mit ſchwarzer oder ſchwarzgrüner Farbe auf, und kann daraus durch Schwefelſäure ausgefällt werden, und ein zweyter Theil wird zerlegt, wenn man die Lauge ſtark erhitzt, wobey es Oxyd bildet, welches ſich auflöſt, und metalliſches Platin bildet. Es enthält Waſſer, und giebt, wenn es in einer Retorte erhitzt wird, Waſſer und Sauerſtoffgas. Mit brennbaren Stoffen, bis nahe zum Glühen erhitzt, verpufft es ſchwach. Es wird nur langſam in Säuren aufgelöſt. Die mehrſten zerſetzen es in Oxyd, welches aufgelöſt wird, und in Metall. 100 Theile Platin nehmen darin 8,225 Theile Sauerſtoff auf, oder das Oxydul beſteht aus 92,40 Theilen Metall und 7,60 Theilen Sauerſtoff.

Um das Platinoxyd zu erhalten, muß man ſchwefelſaures Oxyd mit ſalpeterſaurer Baryterde zerſetzen, filtriren, und mit kauſtiſchem Kali oder Ammoniak niederſchlagen, wobey nur die Hälfte des Oxyds niedergeſchlagen werden darf, weil das nachher ſich Abſcheidende ein baſiſches Salz iſt, welches im Trocknen eine weiße Farbe annimmt. Das Oxyd wird als ein helles, gelbbraunes, voluminöſes Pulver niedergeſchlagen, welches im Trocknen unbedeutend dunkler wird, wobey es eine Roſtfarbe erhält und dem Eiſenoxydulhydrat ſehr ähnelt. Dieſer Niederſchlag iſt das Hydrat des Oxyds. In einer Retorte erhitzt wird es dunkelbraun oder beynahe ſchwarz und giebt Waſſer ab. Bey einer höhern Temperatur wird es in metalliſchen Zuſtand zurückgebracht, wobey ſich Sauerſtoffgas entwickelt.

Edm. Davy [a]) entdeckte ein Knallplatin, welches an Heftigkeit der Verpuffung dem Knallgolde nicht nachſteht. Er bereitete daſſelbe auf folgende Art: Es wurde Platin aus ſalzſaurem Ammoniakplatinſalz durch Erhitzung bis zum Rothglühen reducirt in Königswaſſer aufgelöſt, die Auflöſung zur Trockniß verdunſtet, der Rückſtand wieder im Waſſer aufgelöſt, und das Platin daraus geſchwefelt niedergeſchlagen durch einen in die Flüſſigkeit geleiteten Strom von Schwefelwaſſerſtoffgas. Dies Schwefelplatin wurde digerirt mit Salpeterſäure bis es in ſchwefelſaures Platin verwandelt war. Ein wenig Ammoniak dieſem flüſſigen ſchwefelſauren Platin beygeſetzt, fällte einen Niederſchlag, welcher abgeſondert und gewaſchen in einer Florenzer Flaſche zugleich mit einem Antheil Kalilauge gebracht wurde. Derſelbe einige Zeitlang gekocht, durchs Filtrum abgeſondert, gewaſchen und getrocknet, war **Knallplatin**.

Dieſe Knallſubſtanz iſt ein braunes Pulver von verſchiedener Schattirung und zuweilen ſehr dunkel, je nachdem die Umſtände bey ihrer Bereitung verſchieden ſind. Sie iſt ſpecifiſch leichter als Knallgold, explodirt heftig bey Erhitzung zu 400°, welches auch die Temperatur iſt, wobey Knallgold explodirt; verpufft dagegen nicht bey Reibung oder Stoß, iſt endlich ein Nichtleiter der Elektricität, weswegen durch die Wirkung der Volta'ſchen Batterie keine Exploſion hervorgebracht werden kann. Eine Metallplatte wird eingeriſſen, wenn Knallplatin darüber verpufft auf dieſelbe Art, wie vom Knallgold. Explodirt zwiſchen zwey Platten wirkt es am heftigſten auf die untere. Sie löſt ſich in Schwefelſäure ohne irgend eine Gasentwickelung auf, die Auflöſung iſt ſehr dunkel gefärbt. Salpeterſäure und Salzſäure wirken nur wenig auf daſſelbe ein; aber durch Chlor wird es zerſetzt und umgewandelt in ſalzſaures Ammoniak und in ſalzſaures

---

a) *Thomson's* Annals of philosophy. 1817. März. S. 229. überſ. in Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XIX. S. 91.

Platin. Ammoniakgas zeigt keine Einwirkung. Erhitzt im ſalzſauren Gas wird es in ſalzſaures Ammoniak und in ſalzſaures Platin verwandelt. Der Luft ausgeſetzt verſchluckt das Knallplatin etwas Feuchtigkeit, erleidet aber keine Umänderung in ſeinen Eigenſchaften. Nach Davy iſt es zuſammengeſetzt aus

grauem Platinoxyd . . .	82,5
Ammoniak	9,0
Waſſer	8,5
	100,0

Eine beſonders merkwürdige Eigenſchaft des Platins iſt, daß es in ſeinem ſchwammigen Zuſtande das Waſſerſtoffgas durch bloße Berührung beſtimmt, ſich mit Sauerſtoffgas zu Waſſer zu verbinden, welches von Doebereiner entdeckt wurde: Man ſehe: Lampe, elektriſche. Th. IX. S. 604 ff.

Die Schwierigkeit, reines Platin im ſchmiedbaren Zuſtande zu erhalten, macht dieſes Metall etwas theuer; indeſſen iſt es doch noch etwas wohlfeiler als Gold, und kommt im ausgearbeiteten Zuſtande etwa dem Werthe von 4½ Mal ſo viel als 14löthiges Silber gleich. Sonſt iſt es aber wegen ſeiner Unveränderlichkeit im Feuer, ſeiner Unauflöslichkeit in den meiſten Säuren und ſeiner Eigenſchaft in geſchmiedetem Zuſtande, nicht vom Schwefel und Queckſilber angegriffen zu werden, vorzüglich brauchbar zu verſchiedenen chemiſchen Werkzeugen und Kochgefäßen, beſonders zu Tiegeln. Bedient man ſich aber der Platintiegel, ſo muß man dabey zu ihrer Erhaltung folgendes beachten: 1. muß man weder Salpeter noch kauſtiſches Alkali darin ſchmelzen; denn dieſe bilden, wenn auch die Luft ausgeſchloſſen wird, Platinoxydul, welches mit ſchwarzgrüner Farbe im Alkali aufgelöſt wird, und in offener Luft in Platinoxyd ſich umändert; 2. muß man darin keine Miſchungen vornehmen, welche Salzſäure-Superoxydul entwickeln können; 3. muß man darin keine ſolche Miſchung glühen, wo ein Metall oder Phos-

phor reducirt werden kann, z. B. keine Metallſalze, welche Pflanzenſäuren enthalten; denn dieſe verbinden ſich dann mit dem Platin, und wenn ſie mit Säuren ausgezogen werden, folgt das Platin mit, und es entſteht eine Grube im Tiegel; 4. muß man beym Glühen von Metalloxyden den Tiegel nicht bis zum Weißglühen kommen laſſen, wenn er ſolche Oxyde enthält, die zum Sauerſtoff ſchwächere Verwandtſchaft haben; z. B. Oxyde von Bley, Wismuth, Kupfer, Kobalt, Nickel, Antimon; denn dieſe Oxyde, welche für ſich ſelbſt nicht reducirt werden, nehmen jetzt, in Berührung mit dem Platin, metalliſche Form an, und legiren die innere Seite des Metalls. 5. Muß man die Kohlen, wenn der Tiegel ſtark geglüht iſt, nicht mit demſelben in Berührung kommen laſſen; denn nach und nach wird das Metall davon, durch die gemeinſchaftliche Einwirkung der Aſche und der Kohlen, mehr und mehr mit Silicium verbunden, und nachdem der Tiegel einige Jahre im Gebrauche geweſen iſt, fängt er an ſpröde zu werden und bekommt Riſſe.

Von dem Platinoxyd hat Herr **Klaproth** [*]) in der Porzellanmahlerey mit Erfolg Anwendung gemacht. Es läßt ſich dadurch dem Porzellan ein ſilberweißer, unmerklich ins Stahlgrüne übergehender metalliſcher Ueberzug geben. Auch zum Ueberziehen kupferner Gefäße hat man ſich des Platins bedient. Man nimmt hierzu den Niederſchlag, der durch Salmiak aus der Auflöſung des Platins in ſalpetrichter Säure gefällt wird. Die ſchwammige metalliſche Subſtanz wird in einem erwärmten Mörſer mit 5 Theilen Queckſilber zuſammengerieben, dieſes Amalgama auf die ſorgfältig gereinigte Kupferfläche aufgetragen, und dann das Queckſilber durch Hitze verflüchtigt, welche zu gleicher Zeit die Adhäſion des Platins an das Kupfer befördert. Auch hat **Cooper** angeführt,

---

[*]) In den Abhandlungen der Königl. Akademie der Wiſſenſch. Berlin 1793. S. 12-15.

daß der Niederſchlag, welchen man aus einer Auflöſung von Platin mit ſalpeterſaurem Queckſilberoxydul erhält, nach dem Trocknen und der Sublimation des gefällten ſalzſauren Queckſilberſalzes, mit gewöhnlichem Straß oder Fluß das reinſte ſchwarze Email giebt.

M. ſ. Berzelius Lehrbuch der Chemie B. II. erſte Abtheil. S. 262 ff. Klaproth's und Wolff's chemiſches Wörterbuch: Art. Platina mit den Supplementen. Ure Handwörterbuch der praktiſchen Chemie. Weimar 1825. 8. Artik. Platina.

Pnevmatiſch-chemiſcher Apparat (Zuſ. z. S. 17. Th. IV.). Wenn mit gleichzeitiger Entwickelung gasförmiger und tropfbarflüſſiger Produkte zugleich auch die Abſorption der erſtern in irgend einer andern tropfbaren Flüſſigkeit beabſichtigt wird, ſo iſt zu ſolchen Arbeiten ein eigener pnevmatiſcher Apparat von Woulf angegeben worden. Es beſteht derſelbe nebſt der Retorte in einem gläſernen tubulirten Ballon A (fig. 17.), und mehrern Flaſchen B, C, D. Der Ballon A iſt dabey durch das ungleich ſchenklichte Rohr E mit den Flaſchen, und dieſe unter ſich ſind wieder durch die ungleich ſchenklichten Röhren F, G, H ſo verbunden, daß immer der kürzere Schenkel mit der vorhergehenden Flaſche zuſammenhängt. In den Flaſchen wird Waſſer, oder überhaupt diejenige Flüſſigkeit eingefüllt, welche zur Abſorption der gasförmig übergehenden Theile beſtimmt iſt. Wenn nun die Ausſtrömung der entwickelten Produkte aus der Retorte anfängt, ſo verdichtet ſich die tropfbare Flüſſigkeit im Ballon, die gasförmigen Theile aber ſind gezwungen, ſich durch die Verbindungsröhre auszudehnen, wobey ſie durch die längern Schenkel I, K, L in das Waſſer einſtrömen, und mithin, wenn auch einige Theile von dem Waſſer der erſten Flaſche B nicht aufgenommen werden ſollten, denn doch in der zweyten und dritten Flaſche zur Abſorption eine günſtige Gelegenheit finden müſſen; welche nöthigen Falls auch noch dadurch befördert werden kann,

daß man die Flaſchen in eigene Kühlgefäße, die hier punktirt ſind, ſtellt, und mit Waſſer, Schnee und Eis umgiebt. Werden bey ſolchen Operationen zugleich auch mit der eingefüllten Flüſſigkeit nicht verbindbare Gasarten entwickelt, ſo können ſie ſogleich mit der ausgedehnten Luft durch die zu dieſer Abſicht offen bleibende letzte Mündung der letzten Flaſche entweichen, oder nöthigen Falls auch, durch Verbindung der letzten mit einer pnevmatiſchen Wanne Z aufgefangen werden.

Bey dieſem Woulf'ſchen Apparate kann es geſchehen, daß die in demſelben enthaltenen Dämpfe entweder bey ſehr großer Hitze plötzlich vermehrt, oder durch Abkühlung oder Abſorption plötzlich verdichtet, mithin vermindert werden, wobey jederzeit der Apparat, oder wenigſtens die zweckmäßige Ausführung des Verſuchs gefährdet iſt; denn im erſtern Falle können die Gefäße durch eine übermäßige Spannung der Dämpfe zerſprengt werden, im zweyten Falle dagegen kann durch den atmoſphäriſchen Druck die Flüſſigkeit aus der dritten Flaſche durch die Verbindungsröhre G in die zweyte, und aus dieſer in die erſte Flaſche u. ſ. f. übergetrieben werden, und mithin, wenn auch kein anderer Schaden geſchehen ſollte, doch wenigens die Arbeit unterbrechen. Um nun ſolchen Uebeln vorzubeugen, werden in den dritten Hülſen der vorgelegten Flaſchen getrichterte Röhren, Sicherheitsröhren N, O, P, eingeſetzt, durch welche im erſten Falle die durch die Spannung der Dämpfe gedruckte Flüſſigkeit aufſteigen, im äußerſten Falle auch ausſtrömen, oder im zweyten Falle der Uebertritt der Flüſſigkeit aus einer Vorlage in die andere, und mithin die Vermiſchung des Inhalts verhütet werden kann, weil eben durch dieſe Röhren die Gelegenheit zur Einſtrömung der Luft, und folglich zur Wiederherſtellung des Gleichgewichtes dargeboten iſt.

Noch beſſer dienen zu dieſer Abſicht die Welter'ſchen Sicherheitsröhren, welche auf den Verbindungsröhren, wie bey Q und R, aufgeſchmolzen werden. Dieſe ſind

zuerſt abwärts und dann wieder aufwärts gebogen und in S mit einer kugelförmigen Erweiterung, in T aber mit einem Trichter verſehen. Beym Gebrauch werden ſie mit Waſſer, Oel oder Queckſilber ſo weit gefüllt, daß die Kugel kaum zur Hälfte voll wird. Wenn nun während der Operation im Apparat eine Spannung entſteht, ſo werden die Dämpfe durch das in der Kugel befindliche Waſſer oder Queckſilber eben ſowohl einen Ausweg finden, als im entgegengeſetzten Falle bey entſtandener Volumsverminderung der im Apparate befindlichen Dämpfe, die atmoſphäriſche Luft eindringen kann, ohne daß dadurch die Abſperrung des Apparats aufgehoben wird.

Dieſen Sicherheitsröhren ſind auch die Welter'ſchen Trichter ähnlich, welche angewandt werden, um in verſchloſſene Apparate Flüſſigkeiten nach und nach einzufüllen, ohne daß gleichzeitig die in den Apparaten etwa entſtehenden Dämpfe, wie bey dem Gebrauche des gemeinen Trichters, ausſtrömen können. Ein ſolcher findet ſich auf der Retorte bey W. Er wird bey der Anwendung in die Tubulatur eingekittet, und es iſt nun leicht zu begreifen, daß nicht nur, wenn durch dieſen Trichter irgend eine Flüſſigkeit eingefüllt wird, ein Theil derſelben jedesmal in dem umgebogenen Theile W zurückbleiben, ſondern auch, wenn im Apparate eine Spannung entſteht, den Dämpfen einen Ausweg darbieten müſſe.

Da bey allen dieſen Vorſichtsmaaßregeln der Woulf'ſche Apparat nicht leicht zu transportiren, und überdem leicht zerbrechlich war, ſo erdachte Herr R. Hare *) einen neuen pnevmatiſchen Apparat, welcher einen kleinen Raum einnimmt, und alle übrige Vortheile in ſich vereint. Die Flaſchen, welche nach der Woulf'ſchen Einrichtung neben einander ſtehen, ſind hier durch eine einfache Einrichtung in einander gebracht, und die verſchiedenen, ſonſt nöthigen Lutirungen ſind hier auf eine einzige reducirt, welche ein für allemal gemacht iſt.

*) Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XXVIII. S. 67 ff.

Die Fig. 18. ſtellt dieſen Apparat vor; er beſteht nämlich aus einer Anzahl in einander geſtellter Gefäße, von welchen einige oben und andere unten offen ſind. Oben offen ſind drey cylindriſche Gläſer oder Krüge, concentriſch in einander geſtellt und in ſolchem Verhältniß der Größe zu einander, daß zwiſchen denſelben zwey in einander geſchobene Glocken oder Flaſchen ohne Boden herabgeſenkt werden können. Es wird nämlich in den größten und äußerſten Cylinder zuerſt ein kleinerer und engerer mit dem Fuße F geſtellt, und in dieſen wieder ein noch engerer aber höherer Cylinder mit dem Fuße S. Alle drey Gefäße ſind in verſchiedener Höhe mit Waſſer zur Sperrung angefüllt. Zwiſchen den beyden äußerſten Cylindern befindet ſich zuerſt die größere äußere Glocke oder Flaſche ohne Boden, und hierin iſt wieder concentriſch eine kleinere bodenloſe Flaſche befeſtiget, welche zwiſchen dem zweyten und innerſten Cylinder herabreicht. In dem Halſe der innerſten Flaſche oder Glocke befindet ſich endlich die trompetenförmige Zuleitungsröhre A. Die beyden concentriſchen Flaſchen ohne Boden ſind unter einander und mit der Röhre ein für allemal befeſtiget, ſo daß man ſie aus den Cylindern zugleich herausheben, oder zwiſchen dieſelben herabſenken kann. Oben an dem Halſe B der Flaſchen erblickt man einen kugelförmigen Recipienten C, worin bey D der Schnabel der Retorte paßt, woraus man die gasförmigen Flüſſigkeiten entwickeln will. Statt des kugelförmigen Recipienten kann man hier auch bloß einen gekrümmten Schnabel anbringen oder den Flaſchenhals zur Aufnahme des Retortenſchnabels auf eine ſchickliche Weiſe krümmen. Hier iſt die einzige Lutirung; die übrigen Gefäße ſperren ſich ſelbſt. Die beyden Flaſchen ohne Boden und die trompetenförmige Röhre werden am beſten zuſammengeſchmolzen, oder wenigſtens luftdicht zuſammengeſchmirgelt oder lutirt.

Dieſer pnevmatiſche Flaſchenapparat dienet vorzüglich dazu, Waſſer zu imprägniren mit elaſtiſchen Flüſſigkeiten, mit Säuren, Ammoniak u. ſ. Wenn man

ihn in Thätigkeit ſetzen will, ſo befeſtigt man zuerſt die Mündung D des Flaſchenhalſes an den Schnabel der Retorte. Darauf ſtellt man die Cylindergefäße in einander und füllt ſie mit Waſſer; alsdann ſenkt man zwiſchen die Cylinder die unter einander verbundenen bodenloſen Flaſchen, ſo daß ſie gehörig in einander paſſen und der ganze Apparat geſperrt iſt, bis auf den äußerſten Cylinder, wo durch das Sperrungswaſſer das letzte etwa nicht abſorbirte Gas einen Ausweg findet, und überhaupt der Apparat geſichert iſt.

Wenn ſich nun aus der Retorte Gas oder Dunſt entwickelt, ſo tritt die elaſtiſche Flüſſigkeit, welche abſorbirt werden ſoll, zuerſt durch die trompetenförmige Röhre in das Waſſer des innerſten Cylinders, kann aber auch hier wieder austreten in die innerſte Flaſche, aus deren offenen Boden ſie einen neuen Ausweg findet in den mittleren Cylinder, von wo ſie endlich in die äußere Flaſche und aus deren offenen Boden zuletzt in den äußerſten Cylinder kommen kann. Dieſer letzte iſt offen und mit der Atmosphäre in Verbindung. Der Druck der verſchiedenen Waſſerſäulen in den Cylindern wirkt aber ſo ſtark, daß hier nicht leicht ein im Waſſer auflösliches Gas verloren geht. Auch kann man nöthigen Falls mehrere concentriſche Gefäße in einander befeſtigen.

Auf dieſelbe Art laſſen ſich für beträchtlichere chemiſche Operationen größere Apparate mit vierſeitigen Gefäßen von Porzellan oder Steingut einrichten. Statt der trompetenförmigen Zuleitungsröhre kann hier eine längere mehrmals gekrümmte Schlangenröhre angebracht werden, wodurch die elaſtiſche Flüſſigkeit aus der Retorte zuerſt in das innere Gefäß geführt wird, um von hier wieder nach und nach zwiſchen den in einander geſchobenen Gefäßen durch die verſchiedenen Waſſerſäulen bis ins äußerſte durchzutreten.

Mehrere ſinnreiche Abänderungen des Woulf'ſchen pnevmatiſchen Apparats haben die Herrn Knight, W.

Hamilton, de Butt, Nooth, Murray, Pepys angegeben *).

M. ſ. Meißners Handbuch der allgemeinen und techniſchen Chemie. B. I. Wien 1819. 8. S. 150. ff.

Polariſation des Lichtes (polarisatio luminis, polarisation de la lumière) (N. A.). Wenn Lichttheile durch kryſtalliſirte durchſichtige Körper, welche die Eigenſchaft einer doppelten Brechung beſitzen, hindurchgehen, ſo erfahren ſie um ihren Schwerpunkt verſchiedene Bewegungen, welche von der Natur der Kräfte abhängen, die die Theilchen des Kryſtalls auf ſie äußern. Bisweilen beſchränkt ſich die Wirkung dieſer Kräfte darauf, alle Theilchen deſſelben Lichtſtrahles gleichlaufend mit einander zu ordnen, ſo daß ihre gleichartigen Flächen gegen dieſelben Seiten des Raumes gekehrt werden. Dieſe Erſcheinung hat der Entdecker, Herr Malus, mit dem Namen der Polariſation des Lichtes belegt, indem er die Wirkung dieſer Kräfte mit denen einen Magnets verglich, welcher die Pole einer Reihe magnetiſcher Nadeln ſämmtlich nach einerley Richtung dreht. Haben die Lichttheilchen dieſe Anordnung erhalten, ſo behalten ſie dieſelbe in der ganzen Ausdehnung des Kryſtalles bey, und erfahren ferner keine Bewegung mehr um ihren Schwerpunkt. Es gibt aber auch andere Fälle, wo die Lichttheilchen, welche durch den Kryſtall hindurchgehen, keine bleibende und beſtändige Richtung annehmen. Während der ganzen Zeit, in welcher ſie ihre Bahn zurücklegen, ſchwingen ſie um ihren Schwerpunkt hin und her, mit Geſchwindigkeiten und Zeiträumen, die ſich einer Rechnung unterwerfen laſſen. Zuweilen drehen ſie ſich im Kreiſe mit einer ſtetigen rotirenden Bewegung.

Es war ſchon von Newton die Beobachtung gemacht worden, daß Strahlen, welche in einem Doppelſpathe in

---

*) M. ſ. das Laboratorium — eine Sammlung von Abbildungen und Beſchreibungen der beſten und neueſten Apparate zum Behuf der praktiſchen und phyſikaliſchen Chemie. Heft II. Weimar 1825. 4.

zwey Bündel geſpalten, und hierauf mit einem zweyten Doppelſpathe aufgefangen wurden, hier bey gewiſſen Lagen deſſelben, nicht aufs Neue geſpalten, ſondern nur einfach gebrochen werden. Legt man nämlich einen zweyten Doppelſpath dergeſtalt auf den erſten, daß die Hauptſchnitte von beyden parallel ſind, ſo leiden die durch den erſten Kryſtall geſpaltenen Strahlen im zweyten keine neue Spaltung, der im erſten auf gewöhnliche Weiſe gebrochene Strahl wird es auch im zweyten, und eben ſo verhält es ſich auch mit dem ungewöhnlich gebrochenen; werden dagegen beyde Kryſtalle ſo über einander gelegt, daß die Hauptſchnitte ſich ſenkrecht ſchneiden, ſo erſcheinen zwar auch nur beyde Bilder, jedoch mit dem Unterſchiede, daß der gewöhnlich gebrochene im erſten Kryſtall nun zum ungewöhnlich gebrochenen im zweyten Kryſtalle, und umgekehrt der ungewöhnlich gebrochene im erſten Kryſtall zum gewöhnlich gebrochenen des zweyten übergeht. Alle übrige Lagen, bey welchen die Hauptſchnitte weder parallel noch ſenkrecht ſchneidend laufen, theilen jeden der zwey Spaltungsſtrahlen des erſten Kryſtalls wiederum in zwey andere, ſo daß vier Bilder; zwey von ungewöhnlich und zwey von gewöhnlich gebrochenen Strahlen gebildet werden.

Alle dieſe Beobachtungen hatte Malus vollkommen beſtätigt gefunden. Seine Hauptentdeckung beſtand aber vorzüglich darin, dem Lichte eine ſolche Modification zu ertheilen, daß die Theile, welche ein und derſelbe Lichtſtrahl enthalten, der Zurückwerfung nicht mehr unterworfen ſind, wenn man ſie auf die zurückwerfenden Oberflächen unter gewiſſen Lagen und unter gewiſſen Einfallswinkeln fallen läßt. Um dieß deutlicher darzuſtellen, ſtelle man ſich vor, es falle ein Sonnenſtrahl SI (Fig. 19.) auf die Oberfläche einer polirten und unbelegten Glasplatte A, ſo daß er damit einen Winkel von 35° 25′ bildet; von dieſer wird er in der geraden Richtung CI unter demſelben Einfallswinkel zurückgeworfen werden. An irgend einer Stelle ſeines Weges fange man ihn auf einer an-

dern Glasplatte B auf, welche ebenfalls polirt und unbelegt iſt, ſo wird auch hier eine Zurückwerfung des auffallenden Strahls Statt finden, wenn beyde Glasplatten A und B eine gleichförmig parallele Lage haben. Drehet man aber die Glasplatte B in paralleler Lage mit A ſo weit herum, daß die Ebene, in welcher der Strahl GB zurückgeworfen werden ſollte, mit der Zurückwerfungsebene auf der Platte A einen rechten Winkel macht; ſo verſchwindet die Zurückwerfung. Um ſich die Anordnung dieſer beyden Spiegel noch deutlicher zu machen, gedenke man ſich, die Zurückwerfungsebene auf dem Spiegel A ſey der Meridian, und der zurückgeworfene Strahl GC vertikal, ſo wird die andere Zurückwerfungsebene auf den Spiegel B die Vertikalebene ſeyn, welche durch den Oſt- und Weſtpunkt geht. Wenn die beyden Spiegel A und B die letzte Lage gegen einander haben, ſo wird auf dem Spiegel B auch nicht die geringſte Zurückwerfung von dem aufgefallenen Lichte und von dem Spiegel A zurückgeworfenen Lichte GC zu bemerken ſeyn. Fährt man nun aber fort den Spiegel B bey unveränderter Neigung gegen den vertikalen Strahl GC zu drehen, bis endlich die Zurückwerfungsebene des Spiegels B wieder mit dem Meridian oder mit der Zurückwerfungsebene des Spiegels A zuſammenfällt, ſo wird auch wiederum die ganze Menge des vertikal auffallenden Lichtes GC auf der Spiegelfläche B zurückgeworfen. In den Zwiſchenlagen iſt dagegen die Zurückwerfung auf den Spiegel B mehr oder weniger vollſtändig, je nachdem der von dieſer zweyten Spiegelfläche B zurückgeworfene Strahl von der Mittagsebene oder von der erſten Zurückwerfungsebene A weniger oder mehr entfernt iſt.

Zur möglichſt vollkommenſten und genaueſten Beobachtung dieſes von Malus angeſtellten Verſuchs ſind von den Phyſikern mehrere zweckmäßige Apparate angegeben worden. Biot, welcher mit Malus dieſen Gegenſtand zuerſt verfolgte, giebt folgende ſehr einfache Vorrichtung an, die zu allen Verſuchen über die Polariſation des Lich-

tes hinreicht α). Sie beſteht aus einer Röhre (Fig. 20.) Tt, an deren beyden Enden trommelartige Anſätze ſo angebracht ſind, daß man ſie umdrehen kann, und dennoch feſt daran ſitzen bleiben. Auf jedem dieſer beyden Anſätze befindet ſich eine kreisförmige Eintheilung, welche Grade angiebt. Von zwey entgegengeſetzten Punkten ihres Umfanges gehen zwey meſſingene Arme TV und tv gleichlaufend mit der Axe der Röhre aus, zwiſchen welchen ein meſſingener Ring AA aufgehängt iſt, der ſich um eine Axe xx drehen läßt, welche auf der gemeinſchaftlichen Richtung beyder Armen ſenkrecht iſt. Die Bewegung dieſes Ringes läßt ſich ebenfalls durch eine kreisförmige Eintheilung meſſen, und man kann ihn durch Stellſchrauben anhalten.

Will man irgend eine Platte den Lichtſtrahlen ausſetzen, ſo legt man ſie auf die Oberfläche des Ringes und befeſtiget ſie darauf; alsdann kann man ihr alle erdenkliche Lagen in Hinſicht des Lichtſtrahls geben, welcher durch die Axe der Röhre hindurchgehet. Denn durch die kreisförmige Bewegung der trommelartigen Anſätze um das Rohr kann die Reflexionsebene in alle mögliche Azimuthe gedrehet werden, ſo wie die Bewegung des Ringes um ſeine Axe xx verſtattet, die Platte dem einfallenden Strahl unter allen Neigungen darzubieten. Die Eintheilung, nach welcher die Bewegung eingeleitet wird, muß Null zeigen, wenn die Ebene des Ringes ſenkrecht auf die Axe des Rohres iſt; und die Eintheilungen der trommelförmigen Anſätze müſſen ihren Nullpunkt auf einer und derſelben mit der Axe des Rohrs parallelen geraden Linie haben.

Andere Vorrichtungen zu den Polariſationsverſuchen des Lichtes haben die Herren **Mayer** β), **Schulze-Montanus** γ) und **Schweigger** angegeben.

α) Traité de phyſique exper. et mat. To. IV. p. 255. auch Lehrbuch der Experimentalphyſik. Th. IV. S. 99 f.

β) Commentatio: de polaritate luminis in Comment. Reg. Societ. Goetting To. II. et III.

γ) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LVI. S. 427 f.

Der eben beſchriebene Verſuch des Herrn Malus läßt ſich mittelſt der angeführten Polariſationsmaſchine auf folgende Art anſtellen: man befeſtige auf jeden der beyden Ringe eine ſpiegelnde unbelegte Glasplatte, und gebe ihnen eine ſolche Stellung, daß jede derſelben gegen die Axe des Rohres einen Winkel von 35° 25′ bilden. Hierauf bringe man die Eintheilung des einen trommelförmigen Anſatzes auf dem Nullpunkt, und die Eintheilung des andern auf 90°, damit die Zurückwerfungsebenen der beyden Spiegelflächen rechtwinklicht ſich durchkreuzen. Nunmehr befeſtige man das Rohr und bringe ein Licht in einiger Entfernung davon, ſo daß einer der davon ausgehenden Strahlen in der Richtung der Axe T t zurückgeworfen wird; welches der Fall iſt, wenn man beym Hindurchſehen durch das Rohr das Bild des Lichtes durch Zurückwerfung auf dem erſten Glaſe erblickt. Wenn dieſe Anordnung erfolgt iſt, ſo wird der zurückgeworfene Lichtſtrahl das zweyte Glas ebenfalls unter dem Winkel 35° 25′ treffen. Ja nach den verſchiedenen Lagen, die man alsdenn dem trommelförmigen Anſatze t t giebt, welcher dieſes Glas trägt, wird der von der zweyten Zurückwerfung herrührende Strahl verſchiedene Grade der Intenſität haben, und es wird zwey entgegengeſetzte Lagen des trommelförmigen Anſatzes geben, wo dieſe Intenſität ganz Null wird, wenigſtens wenn man nur den ſpiegelnd von den Gläſern zurückgeworfenen Antheil Lichtes in Betrachtung ziehet. Hinter das Glas ll muß man auf der dem zurückgeworfenen Lichte entgegengeſetzten Seite einen ſchwarzen Körper ſtellen, um die fremdartigen Lichtſtrahlen aufzufangen, die von den äußern Gegenſtänden, nach dieſer Seite hin, könnten geworfen werden, und welche, indem ſie durch das Glas hindurchgehen, und in das Auge gelangen, ſich mit den zurückgeworfenen Strahlen vermiſchen würden, deren Beobachtung man beabſichtigt. Dieſelbe Vorſicht hat man auch bey dem erſten zurückwerfenden Glaſe LL anzuwenden; und da dieſes nur zu der Zurückwerfung dient, die an der erſten Fläche Statt findet, ſo kann man

die hintere Fläche deſſelben für immer mit Tuſche, oder dadurch ſchwärzen, daß man ſie dem Rauch einer Lampe ausſetzt. Dieſe Fläche darf aber nicht mit einem metalliſchen Ueberzuge belegt werden; denn das von dieſem Belege zurückgeworfene Licht würde nie ſo modificirt werden, daß es der zweyten Zurückwerfung ganz entginge.

Statt der Anwendung der Flamme eines Kerzenlichtes kann auch das Wolkenlicht gebraucht werden, welches man nach der Zurückwerfung vom erſten Spiegel LL in das Glas eintreten läßt. Dann muß man aber das Feld, welches die Röhre umfaßt, dadurch beſchränken, daß man in ihrem Innern einige Blendungen mit ſehr kleiner Oeffnung anbringt. Auch muß man ein ſchwarzes Tuch unter das zurückwerfende Glas legen, oder, welches noch zweckmäßiger iſt, ſeine untere Fläche mit ſchwarzer Tuſche überziehen, um die Strahlen abzuhalten, welche durch Brechung von den unterhalb befindlichen Gegenſtänden herkommen könnten. Auf ſolche Art wird man beym Hineinſehen in das Rohr, während das Glas LL gegen die Wolken gerichtet iſt, einen kleinen vollkommen weißen und glänzenden Raum erblicken, an dem ſich alle Verſuche anſtellen laſſen. Dieſe vollkommene Weiße gewährt einen großen Vortheil, und iſt für eine große Anzahl von Fällen, wo man verſchiedene Farbenabſtufungen beobachten und mit einander vergleichen muß, nothwendig. Niemals gelingt der Verſuch ſo gut, wenn man ſich einer Lichtflamme, oder eines andern brennenden Körpers bedient, weil keine dieſer Flammen weißes Licht giebt. In der Regel hat man aber auch die Lebhaftigkeit des einfallenden Lichtes zu mäßigen, ſo daß der Theil, welcher auf beyden Gläſern die ſtrahlende Zurückwerfung erfährt, dem Auge nicht merklich wird; denn dieſer Theil, welcher aus dem Innern der Körper ſelbſt, nicht von ihrer Oberfläche zurückgeworfen wird, wird ganz anders modificirt, als derjenige, welcher die ſpiegelnde Zurückwerfung erfährt, und mithin nicht gleich ihm bey ſeinem Auffallen auf das zweyte Glas der Zurückwerfung entgehen kann.

Uebrigens mag man eine Vorrichtung zu dieſen Verſuchen wählen, welche man will, ſo ergeben ſich beſtändig die Erſcheinungen der Zurückwerfung auf der zweyten Glasplatte. Zur leichtern Ueberſicht derſelben nehme man, wie oben bereits geſchehen iſt, an, daß die Einfallsebene (Fig. 19.) CIS des Strahls auf dem erſten Glaſe mit der Ebene des Meridians zuſammenfalle, und der zurückgeworfene Strahl IC vertikal ſey. Dreht man alsdenn den trommelförmigen Anſatz (Fig. 20.) tt, welche das zweyte Glas trägt, ſo wird ſich dieß Glas auch um den zurückgeworfenen Strahl drehen, ſo daß es immer mit ihm den nämlichen Winkel bildet; und die Ebene, in welcher die zweyte Zurückwerfung vor ſich geht, wird ſucceſſiv nach den verſchiedenen Punkten des Horizonts oder in den verſchiedenen Azimuths gerichtet werden. Unter dieſer Vorausſetzung wird man folgende Erſcheinungen beobachten.

Wenn die zweyte Zurückwerfungsebene mit der erſten, folglich mit dem Meridian zuſammenfällt, ſo iſt die Intenſität des vom zweyten Glaſe zurückgeworfenen Lichtes in ihrem Maximum.

So wie die Zurückwerfungsebene des zweyten Glaſes durchs Herumdrehen ſich vom Parallelismus mit der Zurückwerfungsebene des erſten Glaſes mehr und mehr entfernt, nimmt die Intenſität des zurückgeworfenen Lichtes ab.

Wenn die Zurückwerfungsebene des zweyten Glaſes ſich in der lothrechten Ebene von Oſt nach Weſt, mithin ſenkrecht auf der Zurückwerfungsebene des erſten Glaſes, befindet, ſo iſt die Intenſität des ſpiegelnd zurückgeworfenen Lichtes für beyde Oberflächen des zweyten Glaſes völlig Null, oder das Licht geht ganz und gar durch dieſes zweyte Glas hindurch.

Fährt man mit der Umdrehung des trommelförmigen Anſatzes über das erſte Viertel des Umkreiſes fort, ſo kehren dieſelben Erſcheinungen nur in umgekehrter Ordnung wieder; d. h. die Intenſität des zurückgeworfenen

Lichtes wächſt gerade ſo, wie ſie vorher abgenommen hatte, und wird in demſelben Abſtande von der oſtweſtlichen ſenkrechten Ebene wieder eben ſo ſtark. Wenn daher die Zurückwerfungsebene des zweyten Glaſes wieder in den Meridian zurückkommt, ſo findet ſich ein zweytes, dem erſten gleiches, Maximum der Intenſität des Lichtes ein. Alsdenn hat die zurückwerfende Oberfläche des zweyten Glaſes um den Strahl einen halben Umkreis beſchrieben, und dieſer bietet ſich ihr mit der entgegengeſetzten Fläche als Anfangs dar. Fährt man nun noch weiter mit der Umdrehung fort, ſo ändert ſich die Intenſität des Lichtes gerade ſo, wie auf der entgegengeſetzten Seite des Meridians. Sie nimmt beſtändig mit der Entfernung der Zurückwerfungsebene des zweyten Glaſes von dem Meridiane ab, wird ganz Null in der lothrechten Ebene von Oſt nach Weſt, und wächſt dann wieder bis zum Meridian, wo ſie ihr letztes Maximum, wie das erſte Mal, erreicht.

Hieraus erhellet, daß bey der vollſtändigen Umdrehung des Glaſes die Intenſität des zurückgeworfenen Lichtes zwey Maxima giebt, welche den Azimuths 0 und 180° zugehören, und zwey Minima, die den Azimuths 90° und 270° entſprechen, und daß überdem um dieſe Gränzen die Veränderungen in den verſchiedenen Quadranten die nämlichen bleiben. Man genügt allen dieſen Bedingungen, wenn man annimmt, daß die Intenſität des zurückgeworfenen Lichtes mit dem Quadrate des Coſinus des Winkels, den die zweyte Zurückwerfungsebene mit der erſtern macht, im Verhältniſſe ſtehe.

Die Reſultate dieſer intereſſanten Beobachtung führen zu der allgemeinen Folge, daß der, vom erſten Glaſe zurückgeworfene Strahl vom zweyten unter jenem Einfallswinkel nicht zurückgeworfen wird, wenn er ſich ihm mit ſeiner öſtlichen und weſtlichen Seitenfläche darbietet; zum Theil aber wenigſtens, wenn er ſich ihm mit irgend zwey andern ſeiner entgegengeſetzten Seitenflächen darbietet. Malus ſchloß hieraus, daß der auf dem erſten Spiegel zurückgeworfene Lichtſtrahl Flächen beſitze, welche mit ver-

ſchiedenen phyſiſchen Eigenſchaften begabt ſind, ſo daß durch die erſte Zurückwerfung bey den erwähnten Umſtänden wo nicht gleiche, doch wenigſtens auf gleiche Art mit derſelben Eigenſchaft begabte, Flächen nach den nämlichen Seiten des Raums gekehrt worden ſind. Dies iſt die Anordnung der Lichttheile, welche Malus die Polariſation des Lichtes genennt hat, indem er die Wirkung des erſten Spiegels derjenigen ähnlich betrachtete, welche ein Magnet äußert, wenn er die Pole einer Reihe von Magnetnadeln alle nach der nämlichen Richtung hinkehret.

Nach der bisherigen Vorausſetzung mußte der einfallende Lichtſtrahl ſo wohl, als auch der zurückgeworfene mit den beyden Spiegelflächen einen Winkel von 35° 25′ machen, und unter dieſem Winkel findet auch die angeführte Erſcheinung vollſtändig Statt. Wird, ohne Veränderung der Neigung des Strahls gegen die erſte Spiegelfläche, ſeine Neigung gegen die zweyte Spiegelfläche nur um etwas verändert, ſo iſt die Intenſität des zurückgeworfenen Lichtes unter keinem einzigen Azimuth mehr Null, wird aber die möglichſt ſchwächſte in der lothrechten Ebene von Oſt nach Weſt, wo ſie vorher Null war. Verändert man dagegen die Neigung des Strahls gegen die erſte Spiegelfläche, ohne eine Veränderung derſelben gegen die zweyte Spiegelfläche vorzunehmen, ſo wird man abermals finden, daß der Lichtſtrahl beym Auffallen auf das zweyte Glas nicht ganz hindurchgeht; vielmehr auf ſeiner erſten und zweyten Oberfläche eine partielle Zurückwerfung erfährt, welche, wenn man das erſte Glas nicht ſehr aus ſeiner Lage gebracht hat, ihr Minimum in der lothrechten Ebene von Oſt nach Weſt erreicht.

Malus fand, daß alle bisher angeführten Erſcheinungen nicht allein durch Glasplatten, ſondern auch durch polirte Platten aus den meiſten andern durchſichtigen Subſtanzen erhalten werden. Dabey müſſen aber beſtändig die beyden Ebenen, in welchen nach und nach die Brechung vor ſich geht, auf einander rechtwinklicht bleiben; die Platten müſſen dagegen dem Lichtſtrahle unter verſchie-

denen Winkeln dargeboten werden, je nachdem die Beſchaffenheit der Platten und des Mittels, durch welches das Licht zu ihnen gelangt, verſchieden iſt. Es beträgt nämlich der Winkel, welchen der einfallende Strahl mit der Ebene der Platte macht, weniger, oder gleich, oder mehr als 45°, nachdem die Subſtanz der Platten ſtärker, oder eben ſo ſtark, oder weniger als das angeführte Mittel bricht; und nähert ſich der erſten und letzten Grenze um ſo mehr, je größer der Unterſchied der Brechungsverhältniſſe nach der einen oder der andern Seite iſt. So iſt der Polariſationswinkel bey der vollſtändigen Polariſation des Lichtſtrahls 35° 25′, wenn die Zurückwerfung des Lichtes auf der erſten Oberfläche eines polirten, von Luft umgebenen, Glasſtücks vor ſich geht; er iſt 32°, wenn man ſtatt des Glaſes ein Stück ſchwefelſauren Baryts gebraucht, und wird bey Anwendung des Diamants 32° betragen. Herr **Brewſter** hatte bemerkt, daß der Einfallswinkel der vollkommenen Polariſation immer genau oder mit der größten Annäherung ſo beſchaffen iſt, daß der zurückgeworfene Strahl ſenkrecht auf den gebrochenen ſich befindet. Stellen nämlich (Fig. 21. 22. 23.) SI, IR und IR′ die einfallenden, zurückgeworfenen und gebrochenen Strahlen vor, wie ſie ſich in den vorigen drey angegebenen Fällen ergeben, ſo erhellet, daß der Polariſationswinkel SIA mit 45° in ſolchen Verhältniſſen des Unterſchiedes oder der Gleichheit ſtehen wird, wie vermöge der Erfahrung iſt angegeben worden. Dies Geſetz gilt ſelbſt für diejenigen Subſtanzen, welche, wie der Diamant und der Schwefel, immer nur eine unvollſtändige Polariſation hervorbringen; hier iſt der durch Conſtruction ſich ergebende Winkel derjenige, unter welchem das wenigſte nicht polariſirte Licht im zurückgeworfenen Strahl bleibt.

Auf die bisher beſchriebene Beobachtungsart mit polirten Gläſern läßt ſich auf eine ganz allgemeine Art darthun, daß die Polariſation des Lichtes, wenn ſie vollſtändig iſt, beſtändig eine ganz auf dieſelbe Art erfolgende

Modiſication iſt, von welcher Subſtanz man auch bey ihrer Beſtimmung ausgegangen ſeyn mag. Denn ſind zwey Platten von irgend einer Subſtanz ſo geordnet worden, daß der, von der erſten zurückgeworſene Strahl, der Zurückwerfung auf der zweyten entgeht, in welchem Falle das Licht vollſtändig polariſirt wird, ſo kann man der zweyten Platte ein polirtes Glas ſubſtituiren; und wenn man ihm eine ſolche Stellung in Bezug zum zurückgeworſenen Strahl giebt, wie oben bey den erſten Verſuchen angegeben iſt, ſo wird dieſer Strahl immer noch hindurch gehen. Auch kann man umgekehrt für die erſte Platte ein polirtes Glas ſubſtituiren, wenn es nur die einfallenden Strahlen unter dem Neigungswinkel von 35° 25′ gegen ſeine Oberfläche erhält; der davon zurückgeworfene Strahl wird ſich immer nach der Zurückwerfung auf der zweyten Platte unter denſelben Umſtänden entziehen. Endlich ſind auch die Veränderungen der Intenſität des zurückgeworſenen Lichtes unter den verſchiedenen Azimuths der zweyten Platte beſtändig denſelben Geſetzen unterworfen. Allein nach der Verſchiedenheit der Subſtanzen finden auch beträchtliche Verſchiedenheiten in dem verhältnißmäßigen Antheil zurückgeworſenen Lichtes Statt, welchem die Polariſation eingepflanzt wird. Biot fand von allen Subſtanzen, welche er unterſucht hatte, keine, welche das Licht ſo vollſtändig und ſo reichlich polariſirte, als das vulkaniſche Glas von einer dunkelgrünen Farbe, welches Obſidian heißt. Daher iſt es auch ſehr vortheilhaft, ſich derſelben in den Apparaten ſtatt eines Spiegelglaſes zur Hervorbringung der erſten Zurückwerfung zu bedienen. Die künſtlichen metalliſchen Gläſer ſind bey weitem nicht ſo zweckmäßig; es iſt zwar ihre Zurückwerfung reichlich und lebhaft; allein ſie werfen durch Strahlung einen beträchtlichen Theil des Lichtes zurück, welcher, indem er nicht gleich dem andern polariſirt iſt, alle Deutlichkeiten der Beobachtung aufhebt.

Hat ein Lichtſtrahl die Polariſation nach einer gewiſſen Richtung durch die beſchriebenen Verfahrungsarten

erlangt, ſo führt er dieſe Eigenſchaft mit ſich in den Raum hinein, und behält ſie ohne merkliche Veränderung bey, wenn man ihn ſenkrecht, ſelbſt durch beträchtlich dicke Lagen von Luft, Waſſer, und überhaupt faſt allen Subſtanzen, welche die einfache Brechung äußern, durchgehen läßt. Diejenigen hingegen, welche mit der doppelten Brechung begabt ſind, verändern in der Regel die Polariſation des Strahles, und zwar auf eine dem Anſcheine nach ſchnelle Art, um ihm eine neue gleichartige, aber in entgegengeſetzter Richtung zu ertheilen. Nur in gewiſſen Richtungen des Hauptſchnittes kann ſich der Strahl dieſem ſtörenden Einfluſſe entziehen.

Fällt ein aus einem leuchtenden Körper urſprünglich ausgegangener Strahl auf eine ſolche durchſichtige Kryſtallplatte, deren entgegengeſetzte Flächen parallel ſind, wie z. B. auf ein Rhomboid aus Isländiſchem Kryſtall, ſo theilt er ſich ſtets in zwey Strahlen, welche faſt gleiche Intenſitäten haben, und von welchen der eine der gewöhnlichen, der andere der außerordentlichen Brechung unterworfen iſt. Man findet aber, daß dieſe beyden Strahlen, nach ihrem Austritt eine Eigenſchaft beſitzen, welche ſie weſentlich von dem directen Lichte unterſcheidet. Fallen ſie ſenkrecht auf die Fläche eines andern Rhomboeders oder überhaupt eines einaxigen Kryſtalls, ſo giebt jeder derſelben nicht mehr allgemein zwey gleiche Lichtbündel; ſondern er ſpaltet ſich entweder in zwey gleiche Lichtbündel, oder in zwey Bündel von ungleicher Intenſität, oder auch er ſpaltet ſich gar nicht und bleibt einfach, je nach dem Winkel, welcher den Hauptſchnitt des zweyten Kryſtalls mit dem des erſtern bildet. Was unter dem Hauptſchnitte dieſes Kryſtalls zu verſtehen ſey, ſ. m. Th. III. S. 179. Um die hieher gehörigen Erſcheinungen deſto leichter und genauer aufzufaſſen, werde durch Fg der aus dem erſten Kryſtalle austretende gewöhnliche, und durch Fu der ungewöhnliche austretende Strahl bezeichnet. Der Strahl Fg, welcher nun auf den zweyten Kryſtall auffällt, wird ſich im Allgemeinen in zwey Lichtbündel ſpalten, einen

Fgg, welcher die gewöhnliche Brechung durch den zweyten Kryſtall erfährt, und einen zweyten, Fgu, welcher die ungewöhnliche Brechung erleidet. Der erſtere Fgg wird dem Fg gleich ſeyn, wenn der Winkel, welchen die Hauptſchnitte mit einander bilden, null iſt, und dann alles durchgegangene Licht allein enthalten. Von dieſer Grenze an wird ſeine Intenſität mit zunehmendem Winkel beyder Hauptſchnitte ſich mindern, und endlich Null werden, wenn dieſer Winkel ein rechter iſt. Im Gegentheil wird der ungewöhnlich gebrochene Strahl Fgu null ſeyn, wenn die beyden Hauptſchnitte parallel ſind; von dieſer Grenze an aber wird er mit dem Wachsthum des Winkels zunehmen, und endlich ſein Maximum erreichen, wenn ſie ſenkrecht auf einander ſind; und da alsdann der andere Strahl Fgg Null iſt, ſo wird er (Fgu) Fg gleich werden. Dieſelben Erſcheinungen endlich werden ſich in der nämlichen Ordnung in den verſchiedenen Quadranten wiederholen. Die Beſtätigung dieſer Ereigniſſe durch die Erfahrung iſt ſehr leicht. Es wird hiezu nichts weiter erfordert, als daß man zwey Rhomboeder von Isländiſchem Doppelſpathe habe, die rein genug ſind, um damit die Bahn der durch ſie hindurchgehenden Strahlen regelmäßig fortgeſetzt werden könne; auch müſſen ſie eine hinreichende Politur haben, damit die Intenſität des Lichtes durch ihre Flächen nicht ſo ſehr geſchwächt werde. Man macht auf einem weißen Papiere mit recht ſchwarzer Dinte einen runden Fleck, und, wenn derſelbe trocken iſt, legt man eins der beyden Rhomboeder auf ihn. Bringt man nun das Auge in eine lothrechte Lage, ſo ſieht man zwey Bilder des ſchwarzen Flecks, die in derſelben geraden Linie, welche mit der großen Diaponale des Rhomboeders gleichlaufend iſt, liegen. Dieſe Bilder ſind faſt von gleicher Intenſität, und die Linie, welche ſie verbindet, drehet ſich in demſelben Verhältniſſe, als man den Kryſtall dreht. Jetzt lege man das zweyte Rhomboeder auf dieſes, ſo daß alle ſeine Flächen mit den des erſten gleichlaufend ſind, ſo wird man immer

nur noch zwey Bilder des ſchwarzen Flecks erblicken, nur werden ſie weiter als vorher von einander abſtehen. Dreht man aber das obere Rhomborder langſam, um die beyden Hauptſchnitte von einander zu entfernen, ſo theilt jedes dieſer beyden Bilder ſich in zwey andere, und wird durch dieſe Theilung ſchwächer. Dieſe Schwächung wird um ſo merkbarer werden, je mehr der Winkel unter den beyden Hauptſchnitten vergrößert wird; endlich, wenn ſie mit einander einen rechten Winkel machen, ſind die erſten Bilder vollkommen erloſchen. Fährt man fort, das obere Rhomborder umzudrehen, ſo werden dieſelben Erſcheinungen in allen Quadranten, ſo wie ſie angegeben ſind, ſich erneuern. Vergleicht man nun alle dieſe Erſcheinungen mit den, welche die gekreuzten Glastafeln unter einer Neigung von 35° 25′ darbieten, ſo ſieht man, daß der von der zweyten Glastafel zurückgeworfene Strahl dem Strahl Fgg ganz analog iſt; denn die Veränderungen dieſer beyden Strahlen befolgen ganz die nämlichen Perioden; indem in Hinſicht ihrer bey den Spiegeln ganz dieſelbe Beziehung zu dem Neigungswinkel, die die beyden Zurückwerfungsebenen mit einander bilden, Statt findet, als bey den Kryſtallen zu dem Winkel, welchen die beyden Hauptſchnitte mit einander machen. Dieſe Analogie erſtreckt ſich überhaupt noch viel weiter, als es nach dieſen Umſtänden zu ſeyn ſcheint; ſie hat nicht allein in Hinſicht der Art, wie ſich die Intenſität periodiſch verändert, Statt, ſondern das Weſen der Modificationen ſelbſt, welche den Strahlen durch dieſe zwey verſchiedenen Operationen eingedruckt werden, iſt ſich ganz gleich. Dieſe von Malus gemachte Entdeckung erhellt aus folgenden leicht anzuſtellenden Verſuchen.

Wenn ein Lichtſtrahl durch Zurückwerfung polariſirt worden iſt, und man läßt ihn dann ſenkrecht durch ein Rhomboid von Isländiſchem Kryſtall hindurchgehen, ſo verhält er ſich gerade ſo, als wenn er die gewöhnliche Brechung durch ein erſtes Rhomboid erlitten hätte, deſſen

Hauptſchnitt mit der Zurückwerfungsebene parallel wäre. Iſt der Hauptſchnitt des Rhomboids, das man ihm darbietet, mit dieſer Ebene parallel, ſo ſpaltet ſich der Strahl nicht; er wird in demſelben blos auf die gewöhnliche Art gebrochen. Weicht hingegen der Hauptſchnitt von der Richtung der Zurückwerfungsebene ab, ſo ſpaltet ſich der Strahl beym Eindringen in das Rhomboid in zwey Strahlenbündel, welche den Strahlen Fgg und Fgu analog ſind, indem der eine die gewöhnliche, und der andere die ungewöhnliche Brechung erfährt. Dieſer letztere, welcher zuerſt nur ſchwach iſt, nimmt an Intenſität in dem Verhältniſſe zu, nach welchem der Hauptſchnitt des Rhomboids mit der Zurückwerfungsebene einen größern Winkel macht; zugleich nimmt die Intenſität des gewöhnlichen Strahles ab, und verſchwindet ganz, wenn der Hauptſchnitt des Rhomboids mit der Zurückwerfungsebene einen rechten Winkel macht; dann enthält der ungewöhnliche Strahl alle hindurchgehende Lichttheile. Mit einem Worte, wenn ein Lichtſtrahl durch eine erſte Zurückwerfung von einem polirten Spiegelglaſe auf die vorbeſchriebene Art modificirt worden iſt, ſo hat er alle Eigenſchaften eines gewöhnlichen Strahls Fg, der ſich beym Hindurchgehen durch ein erſtes Rhomboid, deſſen Hauptſchnitt mit der Zurückwerfungsebene parallel wäre, gebildet haben würde, und es giebt kein Kennzeichen, ihn davon zu unterſcheiden. Wollte man dieß durch die Erfahrung bewahrheiten, ſo müßte man ein hinreichend dickes Rhomboid anwenden, damit die beyden Lichtbündel, in welche der polariſirte Lichtſtrahl ſich ſpaltet, recht unterſcheidbar zum Vorſchein kämen und beſonders beobachtet werden können; oder, welches daſſelbe ſeyn würde, man müßte den Durchmeſſer des, vom Glaſe zurückgeworfenen Bündels ſo weit vermindern, daß eine ſolche Spaltung in dem Rhomboid, welches dem Beobachter zu Gebote ſteht, erfolgte. Da aber der Lichtſtrahl bey einer ſolchen Dünne an Lebhaftigkeit verlieren würde, und da es außerdem ſehr ſchwer hält, dicke und zugleich recht

reine Rhomboiden zu erhalten, ſo kann man ſich dadurch helfen, daß man ein Prisma vom Isländiſchen Kryſtall mit einem brechenden Winkel von einer nur kleinen Anzahl Grade, und deſſen vordere Fläche eine der natürlichen Flächen eines Rhomboids iſt, anwendet. Durch dieſes Mittel vergrößert man das Auseinanderweichen der beyden austretenden Lichtbündel; und wegen der Kleinheit des brechenden Winkels des Prismas ſind ihre Intenſitäten faſt noch dieſelben, als wenn man ein vollkommenes Rhomboid angewandt hätte. Um die Verſuche auf die bequemſte und genaueſte Art anzuſtellen, achromatiſirte Biot dieß Prisma, indem er an ſeine Hinterfläche ein anderes Prisma von Crownglas von erforderlichem Winkel, deſſen Baſis der Spitze entgegenſtand, ſetzte. Das Ganze befeſtigte er im Mittelpunkte eines kreisförmigen Ringes, der mit einer Alhidade verbunden war, welche ſich auf einem eingetheilten meſſingenen Kreiſe drehte. Dieſe Vorrichtung ward ſenkrecht gegen die Richtung des zurückgeworfenen Strahls aufgeſtellt, deſſen Spaltung beobachtet werden ſollte; z. B. ſenkrecht auf die Röhre (Fig. 20.) Tt. Fängt man alsdann das weiße Wolkenlicht auf dem erſten Spiegelglaſe AA auf, welches gegen die Axe der Röhre um 35° 25′ geneigt iſt, und nimmt das zweyte Spiegelglas weg, ſo braucht man nur die Alhidade, welche das Kryſtallprisma trägt, zu drehen um die Spaltung des zurückgeworfenen Strahls, ſo wie die verſchiedenen Perioden der Intenſität der Lichtbündel, in welche er ſich beym Durchgang durchs Prisma theilt, aufs deutlichſte und bequemſte zu beobachten. Dieſe Perioden bleiben dieſelben, wenn an die Stelle der erſtern Glasplatte jede andere Scheibe, welche fähig iſt, das Licht vollſtändig zu polariſiren, geſetzt wird, wofern man ſie nur unter dem Winkel, unter welchem ſie dieſe Erſcheinung hervorbringt, anordnet. Aus dieſem Erfolge geht deutlich hervor, daß die Eigenſchaften, welche den zurückgeworfenen Strahlen eingedruckt ſind, in allen Fällen dieſelben ſind.

Bisher iſt das Licht, welches durch Zurückwerfung polariſirt worden, vermittelſt der durch einen Kryſtall bewirkten Brechung unterſucht worden. Umgekehrt kann man das durch Brechung in einem Kryſtall modiſicirte Licht, indem man es einer Zurückwerfung unterwirft, unterſuchen. Auch dies iſt von Malus geſchehen. Er ſtellte den Hauptſchnitt eines Rhomboids aus Isländiſchem Kryſtall lothrecht auf, und nachdem er einen Lichtſtrahl mittelſt der doppelten Brechung in dieſem Kryſtall getheilt hatte, ließ er die beyden dadurch entſtandenen Lichtbündel auf eine polirte Glasfläche fallen, ſo daß ſie mit ihrer Oberfläche einen Winkel von 35° 25′ bildeten, und daß die Einfallsebene mit dem Hauptſchnitte des Rhomboids parallel war. Der gewöhnliche Strahl erfuhr die partielle Zurückwerfung, wie es bey einem Bündel directen Lichtes der Fall geweſen ſeyn würde; allein der ungewöhnliche Strahl drang ganz in das Glas und ging hindurch, gerade ſo, als wenn er zuvor durch Zurückwerfung in einer, auf dem Hauptſchnitt des Rhomboids ſenkrechten Ebene polariſirt worden wäre.

Aus dieſen Verſuchen erhellet, daß ein Lichtſtrahl, welcher durch Zurückwerfung von einer polirten Glastafel polariſirt worden, genau ſo modiſicirt werde, als es Statt ſinden würde, wenn er die gewöhnliche Brechung in einem Rhomboid aus Isländiſchem Kryſtall erfahren hätte, deſſen Hauptſchnitt mit der Zurückwerfungsebene parallel wäre; oder auch, wenn er die ungewöhnliche Brechung in einem Rhomboid erlitten hätte, deſſen Hauptſchnitt ſenkrecht auf derſelben Zurückwerfungsebene wäre; ſo daß man keinen Unterſchied unter den Anordnungen der Lichttheilchen, welche ihnen durch das eine oder das andere Verfahren ertheilt wurden, wahrnehmen kann.

Malus fand, daß dieſelben Anordnungen auf gleiche Art bey allen Kryſtallen hervorgebracht werden können, welche mit der doppelten Brechung begabt ſind. Alle dieſe Körper, welches auch ihre chemiſche Beſchaffenheit ſeyn mag, können auf die angeführte Art dem Lichte das

Vermögen ertheilen, ſich in einem andern Kryſtall in zwey Lichtbündel oder in einen einzigen zu brechen, je nach der Richtung, in welche der letztere gedreht wird. Hiezu wird nicht einmal erfordert, daß die über einander gelegten Kryſtalle von derſelben Art, oder daß beyde ein- oder zweyaxig ſind; einer derſelben könnte z. B. kohlenſaures Bley oder Schwerſpath, der andere Isländiſcher Doppelſpath ſeyn; der erſte könnte Bergkryſtall, der andere ein Kryſtall von Schwefel ſeyn. Alle dieſe Subſtanzen verhalten ſich in Beziehung auf die Spaltung oder Nichtſpaltung der Lichtſtrahlen, wie es bey Isländiſchen Rhomboiden der Fall ſeyn wird. Die Bedingung, welche jeden Strahl beſtimmt, ſich im zweyten Kryſtalle in zwey Bündel oder in einen einzigen zu brechen, hängt blos von den gegenſeitigen Lagen der Kryſtalle ab. Malus, als Entdecker aller dieſer Erſcheinungen, konnte jedoch nicht mit Beſtimmtheit angeben, welches Lichtbündel in den ſucceſſiven Brechungen das gewöhnliche, und welches das ungewöhnliche war, indem ihm noch nicht der Unterſchied der Kryſtalle in einaxige und zweyaxige bekannt war. Ja es iſt ſelbſt bis jetzt die Richtung der Ebene in den zweyaxigen Kryſtallen noch nicht allgemein ausgemittelt, welche man dem Hauptſchnitte des erſten Rhomboids parallel zu machen hat, damit der gewöhnliche oder ungewöhnliche Strahl, welcher aus der erſten Brechung hervorgebracht, beym Erleiden der zweyten ungeſpalten bleibe. Es ſcheint überhaupt ſehr viele Richtungen des Schnittes in den Kryſtallen zu geben, für welche ſich die Lichtſtrahlen beym ſenkrechten Einfallen ſpalten müſſen, was für eine Richtung man auch dem erſten Kryſtalle, aus welchem ſie austreten, geben mag. Für einen Fall läßt ſich indeſſen die verlangte Richtung angeben; den nämlich, wo die Einfallsoberfläche auf dem zweyten Kryſtall gleiche Winkel mit ſeinen beyden Axen bildet. Legt man alsdann durch das, bey den Kryſtallen gemeinſchaftliche, Einfallsloth eine Ebene, welche zwiſchen den Axen des zweyten Kryſtalls mitten

hindurchgeht, ſo wird die Lage dieſer Ebene auf den Erfolg oder Nichterfolg der Spaltung der gebrochenen Strahlen einen ähnlichen Einfluß äußern, als die des Hauptſchnittes der einaxigen Kryſtalle: d. h. ein Strahl, der durch einen Rhomboid von Isländiſchem Kryſtall gewöhnlich gebrochen ſenkrecht auf die erſte Oberfläche eines zweyaxigen Kryſtalls fällt und in ſein Inneres dringt, bleibt darin einfach und gewöhnlich, wenn die ſo eben beſtimmte Ebene mit dem Hauptſchnitte des Rhomboids parallel iſt; dagegen, wenn dieſe Ebene ſenkrecht auf den Hauptſchnitt des Rhomboids wird, wird der noch einfach bleibende Strahl im zweyten Kryſtall die ungewöhnliche Brechung erfahren; und in den dazwiſchen fallenden Lagen beyder Kryſtalle theilt er ſich zwiſchen beyden Brechungen.

Um die Bedingungen der Spaltung und Nichtſpaltung bemerkbar zu machen, beobachtete Malus die Flamme einer Kerze durch zwey Prismen von einem kleinen brechenden Winkel, welche aus verſchiedenen die doppelte Brechung erzeugten Subſtanzen gebildet, und über einander gelegt waren. Auf dieſe Art erhält man in der Regel vier Bilder der Flamme; wendet man aber eins der Prisma langſam um den Geſichtsſtrahl als um eine Axe, ſo werden die vier Bilder in allen Fällen auf zwey zurückgebracht, wenn die Hauptſchnitte der beyden an einander liegenden Flächen parallel, oder rechtwinklicht auf einander werden. Die beyden Bilder, welche verſchwinden, vermiſchen ſich nicht mit den andern; man ſieht ſie nach und nach erlöſchen, während die andern an Helligkeit zunehmen. Sind die beyden Hauptſchnitte parallel, ſo wird eins der Bilder durch die in beyden Prismen gewöhnlich gebrochenen Strahlen, das andere durch die ungewöhnlich gebrochenen Strahlen gebildet. Sind beyde Hauptſchnitte rechtwinklicht, ſo wird eins der Bilder durch die in dem erſten Kryſtall gewöhnlich gebrochenen, und im zweyten durch die ungewöhnlich gebrochenen Strahlen gebildet; während im Gegentheil das andere Bild durch die im erſten Kryſtall ungewöhnlich, im zweyten

gewöhnlich gebrochenen Strahlen gebildet wird. Biot überzeugte ſich, daß dieſe Erſcheinungen beſtändig Statt fanden, die doppelte Brechung der vereinigten Kryſtalle mochte gleicher oder verſchiedener Natur ſeyn.

Aus dieſen Erfolgen geht alſo hervor, daß zwiſchen der Modification, welche die Zurückwerfung der Strahlen unter einem gewiſſen Einfallswinkel ertheilt, und der, welche die kryſtalliſirten Körper, die mit doppelter Brechung begabt ſind, ihnen ertheilen, eine vollkommene Identität Statt findet. Ueberdieß ſieht man, daß dieſe Modification ſich auf die Seiten der Lichtſtrahlen bezieht, die auf eine ungleiche Art von den Kräften, welche zurückwerfen, und von den, welche die doppelte Brechung hervorbringen, angegriffen werden. Um dieſe Eigenſchaften durch geometriſche Kennzeichen zu beſtimmen, ſtelle man ſich einen Lichtſtrahl (Fig 19) IC vor, der durch Zurückwerfung von einem Spiegelglaſe A polariſirt worden iſt, und denke ſich drey Axen, cz, cx und cq, deren erſte cz in der Richtung der ſich fortbewegenden Lichttheilchen, die zweyte cx in der Ebene der Zurückwerfung CIS und ſenkrecht auf der erſten cz, und die dritte cq ſenkrecht auf den beyden andern iſt. Trifft nun der Strahl IC eine zweyte Glastafel B, welche eine ſolche Lage hat, daß ſie ihn nicht zurückwirft, ſo werden die Zurückwerfungs-Kräfte, die ſenkrecht von dieſer Glasplatte ausgehen, ebenfalls ſenkrecht auf der Axe cx ſeyn, und außerdem auf gleiche Art auf diejenigen Lichttheile, welche nach cx und auf diejenigen, welche nach cy hin ſich befinden, wirken; denn wenn man das Glas nur ein wenig aus der Lage bringt, in welcher die Zurückwerfung verſchwindet, ſo ſind ſeine Wirkungen auf der einen und der andern Seite dieſer Lage ſymmetriſch. Es werden daher die Zurückwerfungs-Kräfte unter dieſem Einfallswinkel keine Drehung der Axe xcy weder Rechts noch Links bewirken, ſo wenig wie die Schwerkraft einen wagrecht liegenden Hebel drehen kann, welcher vom Unterſtützungspunkte gleich weit abſteht, und mit gleichen Ge-

wichten belaſtet iſt. Während daher dieſe Axe ſich in der Ebene der Zurückwerfungs-Kräfte, durch welche die Polariſation auf dem Spiegel A bewirkt wurde, befand, werden dagegen die von dem zweyten Glaſe ausgehenden Zurückwerfungs-Kräfte unvermögend ſeyn, ſie ihrerſeits in ihre Zurückwerfungsebene zu bringen. Hieraus iſt klar, daß dieſe Axe es ſey, von welcher die Eigenſchaften der Lichttheilchen abhängen. Daher ſoll ſie die Axe der **Polariſation** des Lichtes genannt, und dabey zugleich vorausgeſetzt werden, daß ihre Lage auf eine gleichförmige und unveränderliche Art in jedem Lichttheile beſtimmt ſey. Der Kürze wegen ſoll auch die Axe cz die **Fortbewegungsaxe** genannt werden; dieſe wird jedoch nicht in jedem Lichttheile unveränderlich angenommen, ſondern blos in Bezug zu ſeiner jedesmaligen Richtung betrachtet, um dem Lichttheile die Freyheit zu laſſen, ſich um ſeine Polariſationsaxe zu drehen. Nach dieſen Erörterungen laſſen ſich alle bisher erhaltene Reſultate ſehr einfach und deutlich in folgendem Satze ausſprechen:

Wird ein Lichtſtrahl von einer polirten Fläche unter einem Winkel zurückgeworfen, welcher die vollſtändige Polariſation bewirkt, ſo liegt die Polariſationsaxe aller zurückgeworſenen Lichttheilchen in der Zurückwerfungsebene, und iſt ſenkrecht auf die gerade beſtehende Fortbewegungsaxe dieſer Theilchen.

Drehen ſich die einfallenden Lichttheilchen auf eine Art, welche die Erfüllung dieſer Bedingung unmöglich macht, ſo werden ſie nicht zurückgeworfen werden, wenigſtens nicht unter dem Einfallswinkel, welcher die vollſtändige Polariſation beſtimmt. Dieſer Fall ereignet ſich, wenn die Polariſationsaxe der einfallenden Lichttheilchen ſenkrecht auf der Einfallsebene, und der Einfallswinkel überdem auf die gehörige Art beſtimmt worden iſt.

Allgemein, wenn eine polirte Fläche einen polariſirten Strahl unter einem Winkel empfängt, unter welchem ſie ſelbſt eine vollſtändige Polariſation bewirken würde, und man läßt ſie ſo um dieſen Strahl drehen, daß deſ-

ſen Neigung gegen ſie unverändert bleibt, ſo ſteht die Menge des Lichtes, welche ſie in den verſchiedenen Lagen zurückwirft, mit dem Quadrate des Coſinus des Winkels, den die Einfallsebene auf ihrer Oberfläche mit der Polariſationsaxe macht, im Verhältniſſe.

Geht das Licht durch einaxige Kryſtalle hindurch, ſo werden die Lichttheile auf verſchiedene Art polariſirt. Die Polariſationsaxe derjenigen, welche den gewöhnlichen Strahl ausmachen, liegt in einer durch die Axe der fortſchreitenden Bewegung dieſes Strahls, und durch eine mit der Axe des Kryſtalls gleichlaufende gerade Linie gelegten Ebene. Bey denjenigen Lichttheilen, aus welchen der ungewöhnliche Lichtſtrahl gebildet iſt, ſteht die Polariſationsaxe ſenkrecht, welche auf ähnliche Art durch ihre Fortbewegungsaxe und durch eine mit der Axe des Kryſtalles gleichlaufende Linie gelegt wird.

Wenn demnach geſagt wird, daß ein Lichtſtrahl auf die gewöhnliche Art in Hinſicht einer Ebene polariſirt ſey, ſo heißt dieß ſo viel, daß die Polariſationsaxe der Lichttheilchen, aus welchen er beſteht, in dieſer Ebene liegt, oder, um es kurz auszudrücken, dieſe Ebene ſey ihre Polariſationsebene. Wenn dagegen geſagt wird, daß der Lichtſtrahl in Beziehung auf eine Ebene polariſirt ſey, ſo bedeutet dieß ſo viel, daß die Polariſationsaxe der Lichttheile, aus welchen er beſteht, ſenkrecht auf dieſer Ebene ſtehe.

Bey zweyaxigen Kryſtallen, welche nach den weiter oben angeführten Umſtänden die nämliche Rolle in den Erſcheinungen der doppelten Berechnung ſpielen, wie in den einaxigen, muß die Richtung der Polariſation zwiſchen die beyden Axen fallen, und daraus ergiebt ſich folgendes allgemeines Geſetz: Man gedenke ſich durch jede der Axen des Kryſtalls und durch den Lichtſtrahl, welcher die gewöhnliche Brechung erfährt, eine Ebene gelegt. Durch denſelben Strahl gedenke man ſich eine dritte Ebene, welche den Neigungswinkel, den die beyden erſten bilden, mitten hindurch theilt. Die Lichttheilchen, welche die ge-

wöhnliche Brechung erfahren haben, werden in der Richtung dieſer mittleren Ebene polariſirt; die Lichttheilchen dagegen, welche eine ungewöhnliche Brechung erlitten haben, werden ſenkrecht auf die mittlere Ebene polariſirt, welche man ſich auf dieſelbe Art durch den ungewöhnlichen Strahl gelegt gedenkt. Biot hat beſonders durch eine Reihe von Verſuchen mit zweyaxigen Kryſtallen nachgewieſen, daß die Polariſation des Lichtes dieſer allgemeinen Regel zu Folge jedesmal in denſelben beſtimmt werden konnte.

Geht ein bereits polariſirter Lichtſtrahl ſenkrecht durch ein Rhomboid aus Isländiſchem Kryſtall hindurch, ſo iſt die Lichtmenge, welche im Zuſtande des gewöhnlichen Lichtſtrahls beym Durchgange ſich verhält, dem Quadrate des Coſinus des Winkels, welchen der Hauptſchnitt des Kryſtalls mit der Polariſationsaxe des Strahls bildet, proportional; die Lichtmenge hingegen, welche im Zuſtande des ungewöhnlichen Strahls hindurch geht, ſteht mit dem Quadrate des Sinus deſſelben Winkels im Verhältniſſe. Beyde Arten von Polariſation beziehen ſich auf die Ebene des Hauptſchnittes. Ob das von Malus angeführte Geſetz, auch bey den zweyaxigen Kryſtallen ſeine Anwendung findet, iſt, ſo viel ſich auch beſonders Biot, Brewſtel und andere damit beſchäftigt haben, bis jetzt noch nicht ausgemittelt worden.

Die Zurückwerfung und die doppelte Brechung ſind nicht die einzigen Umſtände, unter welchen die Polariſation des Lichtes bewirkt werden kann. Malus und Biot haben zu gleicher Zeit gefunden, daß ſie auch bey der Brechung von nicht kryſtalliniſchen Körpern Statt finde. Nach Biot wird dieſe Erſcheinung auf folgende Art ſehr anſchaulich gemacht.

Die Hauptſache, auf welche es hiebey ankommt, iſt dieſe. Man ordnet eine Vorrichtung von mehreren parallelen Glastafeln, welche durch Zwiſchenräume von Luft von einander getrennt ſind. Läßt man nun auf dieſe parallelen Schichte von Glastafeln einen Lichtſtrahl ſchräg

auffallen, ſo wird das hindurch gelaſſene Licht ganz oder zum Theil ſo modiſicirt, als wenn es durch einen kryſtalliſirten Körper hindurch gegangen wäre. Denn wenn man es nach ſeinem Austritt durch ein Rhomboid vom Isländiſchen Kryſtall hindurch gehen läßt, ſo theilet es ſich in der Regel in zwey Lichtbündel von ungleicher Intenſität. Ja, wenn man die Anzahl der parallel geordneten Glastafeln hinreichend vermehrt, ſo finden vier auf einander rechtwinklichte Lagen des Rhomboids Statt, in welchen der Strahl ſich nicht theilt; alsdann verhält ſich das hindurchgegangene Licht vollkommen ſo, als wenn es vollſtändig nach einer Richtung polariſirt worden wäre.

Dieſe Erſcheinung hängt nicht allein von einem gewiſſen Einfallswinkel des Lichtſtrahls auf die Glasplatten ab; ſie beginnt, ſo wie der Lichteinfall aufhört, lothrecht zu ſeyn; der Theil des hindurchgegangenen Lichtes, welcher die Kennzeichen des directen Lichtes beybehält, vermindert ſich in dem Verhältniſſe, in welchem der auf die Glastafeln einfallende Lichtſtrahl ſchiefer wird; endlich, wenn dieſe zahlreich genug ſind im Verhältniß gegen die Intenſität des einfallenden Strahles, gibt es eine Grenze, bey welcher alles hindurch gelaſſene Licht nach einer einzigen Richtung polariſirt iſt. Wenn dieſe Grenze einmal erreicht iſt, ſo dauert nachmals dieſelbe Eigenſchaft für alle andere ſchiefe Richtungen fort, in dem Verhältniſſe, wie der einfallende Strahl ſich mehr dem Parallelismus mit den Glastafeln nähert.

Die Menge der Tafeln, welche erforderlich iſt, um auf dieſe Art eine vollſtändige Polariſation zu erhalten, hängt von der Intenſität des auffallenden Lichtes, und von der Natur der Subſtanzen, aus welchen die Tafeln gebildet ſind, ab. Zehn Glastafeln reichen hin, um vollſtändig das Licht der untergehenden Sonne zu polariſiren; dagegen genügen zwey Goldblättchen, die nämliche Wirkung bey jedem Stande der Sonne hervorzubringen. Nur muß man Sorge tragen, daß dieſe Blättchen und Glastafeln von einander entfernt und unter ſich pa-

rallel angeordnet ſind. Auch kann man auf dieſe Art das Licht durch flüſſige Schichten polariſiren, wie z. B. ſolche, welche durch Seifenwaſſer entſtehen, wenn man ein Kartenblatt, welches im Innern ausgeſchnitten iſt, hineintaucht; indeſſen iſt es ſchwierig, zu gleicher Zeit eine hinreichend große Anzahl derſelben hervorzubringen, damit die Polariſation vollſtändig ſeyn könne.

Wendet man eine ſehr große Anzahl von Glastafeln z. B. 40 oder 50 an, und läßt ſie auf das Licht, das durch eine Lichtflamme hervorgebracht wird, wirken, ſo bemerkt man einen großen Unterſchied der Intenſität des hindurchgelaſſenen Lichtes bey verſchiedenen Tiefen. Dieſe Intenſität, welche anfänglich bey dem lothrechten Einfallen ſehr ſchwach iſt, nimmt mit dem Verhältniſſe zu, in welchem der einfallende Strahl gegen die Tafeln eine ſchrägere Lage erhält. Sie erreicht das Maximum, wenn der Strahl mit ihrer Oberfläche einen Winkel von 35° 25′ macht; welches derſelbe Winkel iſt, unter welchem die Zurückwerfung von einer Glasplatte das Licht vollſtändig polariſirt. Ueber dieſe Grenze hinaus nimmt die Intenſität aufs neue ab, wenn die Schiefe fortwährend zunimmt, ja dieſe Abnahme ereignet ſich ſchneller, als ſie anfänglich zunahm. Bey dem Maximum wird alles von den auf einander folgenden parallelen Glasſcheiben zurückgeworfene Licht völlig polariſirt; und zwar, wie bey der Polariſation durch Zurückwerfung auf eine Spiegelfläche iſt gezeigt worden, ſo, daß die Polariſationsaxe der zurückgeworfenen Lichttheile ſich in der Zurückwerfungsebene befindet. Verdoppelt oder verdreyfacht man nun bey dieſem Einfallswinkel die Anzahl der Glasſcheiben, ſo wird, wenn einmal das hindurchgegangene Licht vollkommen polariſirt iſt, ſich ſeine Intenſität nicht im geringſten verändern. Es behält vollkommen denſelben Glanz, wie groß auch die Anzahl der parallel geordneten Glasſcheiben iſt. Es muß alſo das Licht auf eine ſolche Art polariſirt ſeyn, daß es der ſtetigen und ſucceſſiven Zurückwerfung entgeht, welche die Glasſcheiben darauf zu äußern ſtre-

ben. In der That, wenn man die letzte Platte parallel von den vorigen ſo weit entfernt, daß man die durch ſie hervorzubringende Zurückwerfung beobachten kann, findet man ſie wirklich Null. Hierdurch erhält man die Gewißheit über die Richtung, nach welcher das durchgegangene Licht ſich polariſirt hat. Da es nachher frey durch die folgenden Scheiben hindurchgeht, ſo muß es in einer auf der Ebene, in welcher die Brechung erfolgt, ſenkrechten Richtung polariſirt worden ſeyn.

Auch wurde, beſonders durch Herrn Brewſter, bemerkt, daß die Erſcheinungen der Polariſation in den blätterigen, ja ſelbſt in den kryſtalliſirten Körpern Statt finden, wenn das Licht nach der Richtung ihrer Schichten durch ſie hindurchgeht. Vorzüglich fand Brewſter noch mehr, als Biot, daß dieſe Eigenſchaften einen eigenen Zuſammenhang mit der Kryſtalliſation der kryſtalliſirten Körper beſitzen, und gründete ſogar darauf ein neues von ihm genanntes optiſches Mineralſyſtem. Wenn z. B. aus dem Achat eine Platte lothrecht auf ſeine Schichten geſchnitten wird, ſo findet man, daß ſie gleichlaufend mit ihrer Oberfläche einen großen Theil des durch ſie hindurchgehenden Lichtes polariſirt, und ſelbſt alles Licht, wenn ſie hinreichend dick iſt, oder, wenn der Strahl, welchem man ſie ausſetzt, keine zu ſtarke Intenſität beſitzt. Hieraus erhellet, daß, wenn man die Platte einem Strahle, welcher ſenkrecht auf die Richtung ihrer Adern polariſirt iſt, ausſetzt, ſie keinesweges die Lichttheilchen in der Richtung zu drehen vermöge, welche erfordert wird, um ihn hindurch zu laſſen, mithin hält ſie ihn gänzlich auf. Dagegen bemerkt man, wenn die Polariſationsebene parallel mit den Adern des Achats iſt, daß die Lichttheilchen von Natur ſich ſo geordnet finden, wie die einwirkende Kraft des Achats ſie ordnen würde, daß mithin der Lichtſtrahl hindurchgeht, indeß in jedem Falle wegen unvollkommener Durchſichtigkeit geſchwächt wird. Dreht man den Achat auf dieſe Art, daß man von einer ſeiner Lagen in die andere übergeht, ſo nimmt

die Intenſität des Lichtes ſtufenweiſe ab. Dieſe Erſcheinungen finden aber nur bis zu einer gewiſſen Grenze der Dicke Statt.

Wenn der Achat hinreichend dünn iſt, ſo läßt er mit einer dem Anſchein nach gleichförmigen Leichtigkeit alle Lichttheilchen hindurch, nach welcher Richtung ſie auch polariſirt ſeyn mögen, und nimmt alle Eigenſchaften der mit doppelter Brechung begabten Kryſtalle wieder an. Man ſieht hieraus, daß man im Achat zwey Arten von polariſirenden Kräften unterſcheiden müſſe, von welchen die eine von der Art der Kryſtalliſirung ſeiner Theilchen, die andere von der Anordnung der Heterogenität der Schichten abhängt, aus welchen er gebildet iſt.

Herr Biot hat im Turmalin ähnliche Erſcheinungen wahrgenommen, und ſie ſind in demſelben noch weit ſonderbarer; denn wenn der Turmalin rein iſt, ſo bemerkt das Auge keinen Anſchein von fremdartigen Schichten an demſelben; er iſt ſelbſt alsdann ſehr durchſichtig, und ſeine Farbe allein, die häufig ein dunkeles Grün iſt, ſcheint ſeiner Durchſichtigkeit hinderlich zu ſeyn. Schneidet man aus dem Turmalin ein dünnes Prisma, deſſen Kanten parallel mit ſeiner Axe ſind, und betrachtet durch daſſelbe einen dünnen Gegenſtand, z. B. eine Nadel, indem man es der größern Leichtigkeit wegen durch ein gläſernes Prisma achromaliſirt; ſo findet man, daß der dünnſte Theil des Turmalins zwey gebrochene Bilder der Nadel hindurch läßt, die ſogar, wenn man auf eine ſchickliche Art die Einfallsebene dreht, zu einer faſt gleichen Intenſität gebracht werden können. Verrückt man aber nach und nach das Auge, um den Geſichtsſtrahl nach dem dickern Ende hinzulenken, ſo bemerkt man, daß eins der Bilder nach und nach ſchwächer wird, und endlich ganz verſchwindet. Das andere Bild fährt fort hindurch zu gehen, bloß mit einer Verminderung der Helligkeit, welche von dem Mangel an Durchſichtigkeit herrührt. Unterſucht man die Lichttheilchen, aus welchen es gebildet iſt, ſo findet man ſie in einer

auf den Kanten des Prisma ſenkrechten Richtung polariſirt, welche ſelbſt mit der Kryſtalliſationsaxe parallel ſind. Auf dieſe Art äußert demnach der in dieſer Richtung geſchnittene Turmalin, wenn er dünn iſt, die doppelte Brechung und die einfache Brechung, wenn er dick iſt; diejenige aber, welche er beybehält, iſt die ungewöhnliche.

Geſetzt, es wären die beyden entgegengeſetzten Flächen eines Turmalins polirt, ſo daß er eine Platte mit parallelen Flächen darſtelle, deren Dicke größer iſt, als diejenige, wobey die beyden Brechungen durch ſeine Subſtanz hindurch ſichtbar ſind, eine Dicke, welche im allgemeinen verſchieden iſt, je nachdem ſeine Farbe ſtärker oder ſchwächer iſt. Läßt man nun auf eine ſolche Platte ſenkrecht Licht auffallen, welches von einem ſelbſtleuchtenden Körper, als z. E. einer Lichtflamme, ausgegangen iſt, und vorher keine Polariſation erfahren hat, ſo wird alles hindurchgegangene Licht nach einer einzigen Richtung polariſirt, welche auf der Axe des Turmalins ſenkrecht iſt. Es wirkt daher die Platte des Turmalins auf die durch ſie hindurchgehenden Lichttheilchen ſo, daß ſie dieſelben nach dieſer Richtung dreht. Auch wirklich, wenn man dieſen Platten einen polariſirten Strahl darbietet, deſſen Polariſationsebene ſenkrecht auf ihrer Axe iſt, laſſen ſie ihn durch; iſt aber dieſe Polariſationsebene mit ihrer Axe parallel, ſo verwehren ſie ihnen den Durchgang völlig. Mit der Drehung der Platte, indem das einfallende Licht beſtändig ſenkrecht bleibt, ſchwächt ſich das Hindurchgehen des Lichtes nach und nach. Hieraus erhellet, daß, wenn man zwey ſolche Platten ſo über einander legt, daß ſich ihre Axen rechtwinklicht durchkreuzen, der ganze Raum, welchen die ſich deckenden Platten einnehmen, undurchſichtig wird, von welcher Art auch das auffallende Licht ſeyn, und was für eine Modification man ihm auch zuvor gegeben haben mag; denn die zweyte Platte hielt nothwendig dasjenige Licht zurück, welches die erſte durchgelaſſen hatte.

Biot fand, daß dieſe Erſcheinungen nur in ſo weit Statt finden, als die Dicke der Platten gewiſſe Grenzen überſchreitet, welche verſchieden ſind, je nachdem die Klarheit ihrer Subſtanz und die Intenſität des Lichtes, dem ſie ausgeſetzt werden, beſchaffen ſind. Bey größerer Dünne fangen ſie an, einiges Licht in der Richtung ihrer Axe polariſirt hindurch zu laſſen; bey noch geringerer Dicke endlich laſſen ſie das Licht faſt eben ſo gut, als die andern durch, und kehren dann unter die gewöhnlichen Geſetze der andern mit doppelter Brechung begabten Kryſtalle zurück.

Nahm Biot aufs neue das achromatiſch gemachte Prisma des Turmalins vor, welches zu den erſten Verſuchen dieſes Gegenſtandes diente, ſo entdeckte er daran noch eine andere ſehr bemerkenswerthe Erſcheinung, nämlich daß die beyden, durch ſeinen dünnſten Theil ſichtbaren Bilder eines weißen Gegenſtandes nicht von der nämlichen Farbe ſind. Das gewöhnliche Bild, welches in größern Dicken verſchwindet, iſt gelblich grün; das ungewöhnliche, welches alsdann noch bleibt, iſt auffallend weiß. Man kann dieſen Verſuch mit dem weißen Lichte der Wolken machen, welches durch Zurückwerfung von einem ſchwarzen Spiegel polariſirt wurde, oder mit dem ſtrahlenden Lichte einer weißen Stecknadel; der Erfolg iſt ſtets der nämliche. Die Weiße des fortdauernden Bildes, wenn das andere bereits gefärbt iſt, beweiſt, daß dieſe Erſcheinung nicht von einer ungleichen Vertheilung der Lichttheilchen zwiſchen beyden Brechungen, der gewöhnlichen und ungewöhnlichen, herrühre, wie man beym erſten Anſchein wohl zu glauben geneigt ſeyn könnte; denn alsdann müßte das bleibende Bild die Ergänzungsfarbe des andern zeigen. Die Veränderung des letztern iſt daher ein Erfolg, welcher ſpäter eintritt, als die Vertheilung des Lichtes zwiſchen beyden Brechungen, und es erhellet, daß die blauen und violetten Lichttheilchen, die in dieſem Bilde fehlen, ungleich leichter von der Subſtanz des Turmalins verſchluckt werden, wenn man

ſie gleichlaufend mit ſeiner Axe polariſirt, als wenn dieß lothrecht geſchieht.

Wenn man daher eine Turmalinplatte von nicht zu großer Dicke bildet, und alsdann ſenkrecht auf ſie einen weißen Lichtſtrahl fallen läßt, ſo folgt aus dieſer Eigenſchaft, daß von dieſem Lichtſtrahle, welcher zuvor nach einer einzigen Richtung polariſirt worden iſt, ein Theil, der durch die Platte hindurchgeht, ſeine Farben ändern wird, ſo wie man die Platte in ihrer Ebene herumdreht. Denn wenn der Hauptſchnitt mit der urſprünglichen Polariſationsebene des Strahls zuſammenfällt; ſo wird alles durchgehende Licht dem gewöhnlichen Strahl angehören: dagegen dem ungewöhnlichen, wenn der Hauptſchnitt ſenkrecht auf die urſprüngliche Polariſationsebene wird; woraus folgt, daß man in dieſen beyden Fällen eine verſchiedene Farbe beobachten wird. Die Zwiſchenlagen werden endlich eine Vermiſchung dieſer beyden Strahlen, und mithin eine Vermiſchung der beyden Farben geben.

Noch eine andere Folge eben dieſer Eigenſchaft iſt dieſe: wenn man durch einen Turmalin ein weißes nicht polariſirtes Licht betrachtet, z. B. das der Wolken, und den durchgegangenen Theil mittelſt eines Prismas vom Isländiſchen Spath, deſſen Hauptſchnitt mit der Axe des Turmalins parallel iſt, analyſirt, ſo werden ſich die Lichtbündel, auf welche der Turmalin verſchiedene Brechungen geäußert hat, im Prisma aus Isländiſchem Spath trennen, insbeſondere, wenn man jedes fremde Licht ausſchließt, indem man das Mineral vor ein kleines, in eine Karte geſtochenes, Loch bringt. Es wird ſelbſt geſchehen können, daß dieſe beyden Lichtbündel in ihrer Geſammtheit ſchon dem bloßen Auge beſonders gefärbt erſcheinen, und zwar mit der Art Farbe, welche im gewöhnlichen Lichtbündel vorwaltet, weil die Lichttheilchen, welche dieſes verloren hat, keine Ergänzung durch das andere Lichtbündel erhalten; auch wird es leicht ſeyn, dieſe Erſcheinung der Färbung von der Wirkung einer bloßen

Verbreitung eines Farbenſtoffs zu unterſcheiden; denn da ſie von der doppelten Brechung des Kryſtalls abhängt, ſo wird die Intenſität und mannichmal die Beſchaffenheit der beobachteten Farben nach verſchiedenen Richtungen verſchieden ſeyn.

Herr Arago hatte lange zuvor, ehe Herr Biot die angeführten Beobachtungen am Turmalin gemacht hatte, die Farbenerſcheinungen an gewiſſen Stücken Schwerſpaths wahrgenommen; allein die Umſtände, welche ſich in Begleitung derſelben zeigten, verſtatteten es nicht, über die Urſache, von welcher ſie abhängen, ein beſtimmtes Urtheil zu fällen. In den Jahren 1818 und 1819 hat Herr Brewſter *) an mehreren Subſtanzen, welche mit doppelter Brechung begabt ſind, dergleichen Farbenerſcheinungen wahrgenommen, welche nachher auch von Biot ſind beobachtet worden. Zu dieſen Subſtanzen gehören der gelbe Topas, der Beryll = Smaragd, Corund und überhaupt alle Arten farbiger Kryſtalle, welche das Vermögen der doppelten Brechung beſitzen. Die Verſchluckung, welche ſich an den beyden Lichtbündeln, in denen das Licht in dieſen Kryſtallen geſpalten wird, ungleich äußert, modificirt die örtliche Farbe, welche ſie durchlaſſen; und da dieſe Modification nach der Richtung der Strahlen in Beziehung zu den Axen des Kryſtalls verſchieden iſt, ſo bringt ſie die Verſchiedenheit der Färbung oder den ſo genannten Dychroismus mit ſich, den eine große Menge dieſer Kryſtalle, durch verſchiedene Flächen betrachtet, zeigen. Zur Erzeugung dieſes Phänomens iſt aber nicht hinreichend, daß die Subſtanzen gefärbt ſind; denn es erſcheint nicht in allen gefärbten Exemplaren deſſelben Minerals vor, und die, nicht mit doppelter Brechung verſehenen, Subſtanzen zeigen es niemals, wie lebhaft ſie auch gefärbt ſeyn mögen. Es ergiebt ſich von ſelbſt, daß die Farbenverſchiedenheiten in den Kryſtallen, worin ſie vorkommen, nie nach der Richtung der Axen beobach-

*) Philosoph. Transact. for the year 1819. P. I. p. 11 sqq. p. 145 sq.

tet werden, indem die doppelte Brechung und die davon abhängenden Wirkungen in einem ſolchen Falle aufhören Statt zu finden. Wird aber in dieſem Falle das durchgegangene Licht mittelſt eines Prisma aus Isländiſchem Spath analyſirt, ſo zeigt es zwey Lichtbündel von gleicher Farbe. Uebrigens hat man darüber noch keine gehörige Kenntniß, wie nach den andern Richtungen die Farben ſich mit der Richtung der Lichtbündel gegen die Axen jedes Kryſtalls ändern, und das Geſetz dieſer Veränderung ſcheint um ſo ſchwerer aufzufinden, da ſie nicht in allen Exemplaren eines und des nämlichen Minerals beſtändig iſt, und oft die Beſchaffenheit nicht minder als die Intenſität der Farbe betrifft. So fand Biot an einem Würfel Schwerſpaths, an welchem Arago zuerſt die Farbenerſcheinungen beobachtet hatte, daß, wenn er ſucceſſiv einen weißen Strahl durch die drey Paare gegenüberliegenden Flächen gehen ließ, und die Lichtbündel durch ein achromatiſches Prisma Isländiſchen Spaths analyſirte, ſich die Farben der beyden Lichtbündel für das erſte Paar dunkel violet und gelblich grün; für das zweyte bläulich violet und faſt vollkommen weiß, endlich für das dritte grünlich gelb und violet von kaum merklicher Intenſität zeigte.

Dieſer Dychroismus der Lichtbündel, welche aus einem Kryſtall ausgetreten ſind, iſt, wo er ſich zeigt, ein ſicheres Kennzeichen der doppelten Brechung. Ja man kann ſelbſt, je nachdem ſich in den in verſchiedenen Richtungen durchgehenden Farben, Dychroismus oder Gleichartigkeit zeigt, von der Zahl und Lage der Axen im Mineral urtheilen. Auf dieſe Weiſe erkennt man z. B., daß die Turmalinkryſtalle eine einzige, und mit ihrer Länge parallele, Axe haben. Denn die Farbe, welche ſie der Queere nach durchlaſſen, ändert ſich nicht, wenn man auch den Kryſtall rings umdreht, wofern die Dicke gleich bleibt.

Brewſter beobachtete, daß die Einwirkung der Wärme den Dychroismus auf eine dauerhafte Weiſe mo-

diſicirte, indem ſie ihn bald vernichtete, bald dagegen hervorbrachte.

Die Wirkungsart, welche die Platten des Turmalins auf das Licht äußern, macht ſie allgemein ſehr geſchickt, um auf eine leichte nnd ſichere Art zu beſtimmen, nach welcher Richtung der Strahl polariſirt wird; denn man darf nur die Richtung aufſuchen, in welcher ſie ihn zurückwerfen, und die Axe der Platten wird alsdann gleichlaufend mit der Polariſationsaxe ſeyn. Man kann dieſen Verſuch leicht mit einem Strahl, der in einer bekannten Richtung ausdrücklich durch Zurückſtrahlung polariſirt worden, anſtellen.

Wenn man auf dieſe Art zwey Bilder eines Gegenſtandes, der durch ein Prisma vom Isländiſchen Doppelſpath geſehen wird, welches mit der Kryſtalliſationsaxe parallel geſchnitten worden, analyſirt, ſo wird das am weiteſten abgelenkte Bild parallel mit der Axe, das am wenigſten abgelenkte Bild ſenkrecht auf die Axe polariſirt ſeyn. Ganz das Entgegengeſetzte nimmt man an einem Prisma aus Bergkryſtall wahr, welches in derſelben Richtung iſt geſchnitten worden. Hier iſt das am weiteſten abgelenkte Bild ſenkrecht auf die Axe, das am wenigſten abgelenkte parallel mit derſelben polariſirt. Dieß rührt daher, weil die doppelte Brechung des Isländiſchen Spathes abſtoßend, die des Bergkryſtalls anziehend iſt. Vermöge dieſes Umſtandes erfährt das gewöhnliche Bild in dem Prisma aus Isländiſchem Spath die ſtärkſte von beyden Brechungen, und im Bergkryſtall die ſchwächſte. Man ſieht alſo, daß ſowohl in dem einen als in dem andern Falle dieſes Bild gleichlaufend mit der Axe des Kryſtalls polariſirt, und das ungewöhnliche Bild ſtets ſenkrecht darauf iſt. Bisher iſt dieſes in allen einaxigen Kryſtallen beobachtet worden, ſie mögen eine doppelte Brechung anziehender oder abſtoßender Natur äußern; auch beobachtet man dieſelbe Eigenſchaft in allen zweyaxigen Kryſtallen, wenn die Flächen der Prismen ſo ſymmetriſch in Beziehung der Axen ſind angeordnet worden,

wie oben angegeben worden iſt. Man kann daher ſich dieſer Erſcheinung als eines Kennzeichens bedienen, um auszumitteln, welches Bild das gewöhnliche und welches das ungewöhnliche iſt, nach bloßer Unterſuchung ſeiner Polariſation. Dieſes Kennzeichen kann auch dazu dienen, zu beſtimmen, ob ein gegebener Kryſtall anziehend oder abſtoßend iſt, ohne daß es nöthig wäre, daraus ein Mikrometer mit doppeltem Bilde zu verfertigen. Denn es iſt hinreichend, ein Prisma parallel mit der Axe zu durchſchneiden, und die Richtung der Polariſation der Bilder, welche durch daſſelbe geſehen werden, zu beobachten. Wird nämlich dasjenige, welches am meiſten abgelenkt iſt, parallel mit der Axe des Prisma polariſirt, ſo iſt die gewöhnliche Brechung die ſtärkſte und der Kryſtall abſtoßend; iſt daſſelbe Bild ſenkrecht auf die Axe polariſirt, ſo iſt der Kryſtall anziehend.

Arago hatte die Entdeckung gemacht, daß bey der Erſcheinung der Zurückwerfung der Theil des Lichtes, welcher ohne Unterſchied nach allen Richtungen zurückgeworfen wird, größtentheils auf die Zurückwerfungsebene ſenkrecht polariſirt wird. Dieſe Thatſache läßt ſich nach Biot mittelſt einer Turmalinplatte auf folgende Art leicht darthun. Man laſſe einen Sonnenſtrahl in ein dunkles Zimmer treten, und ihn auf die Oberfläche eines durchſichtigen oder undurchſichtigen Körpers fallen; alsdann kann man den Einfallspunkt an jeder beliebigen Stelle, nur nicht in der Richtung der ſpiegelnden Zurückwerfung, durch eine Turmalinplatte betrachten. Dreht man hierauf dieſe Platte allmählig um die Richtung der Strahlen, durch welche dieſer Punkt ſichtbar wird, ſo wird man in der Helligkeit des Bildes eine ſehr merkliche Veränderung beobachten. Es wird am glänzendſten erſcheinen, wenn der Turmalin die Strahlen durchläßt, welche ſich parallel mit der Einfallsfläche polariſirt finden, und am dunkelſten, wenn die Strahlen zurückgeworfen werden. Dieſer Erfolg findet Statt, aus welchem Standpunkte auch der Einfallspunkt betrachtet wird, folglich

in welche Zurückſtrahlungsebene man ſich auch ſtellen mag. Man ſieht hieraus, daß das in jeder dieſer Ebene zurückgeworfene Licht ein überwiegendes Verhältniß von Lichttheilchen enthält, welche ſenkrecht auf die Richtung dieſer Ebenen polariſirt ſind; gerade ſo, als wenn die Zerſtreuung dieſes Lichtes durch eine ſehr ſchiefe Brechung hervorgebracht wäre, welche ſich nach jeder Zurückſtrahlungsebene geäußert hätte, während es bis zu einer ſehr kleinen Tiefe in die zurückwerfende Subſtanz eindrang.

Biot hatte dieſen Verſuch auf der äußern Oberfläche mehrerer Rhomboiden aus Isländiſchem Spathe wiederholt, indem er die Einfallsebene des Strahls in Beziehung auf den Hauptſchnitt in verſchiedene Richtungen brachte, welches ſich durchs Umdrehen des Kryſtalls bewerkſtelligen ließ. Der Antheil Licht, welcher in der Richtung der Oberfläche vermöge der unregelmäßigen Zurückwerfung polariſirt worden, blieb ſtets derſelbe. Auch befeſtigte er mehrere Stücke von Isländiſchem Spath, welche in ſehr verſchiedenen Richtungen gegen die Axe genommen waren, mit den Seiten an einander, und ließ alle zuſammen poliren, ſo daß ſie eine gemeinſchaftliche Oberfläche erhielten. Der Winkel der vollſtändigen Polariſation fand ſich ganz gleich, die Zurückwerfung des Lichtes mochte erfolgen, auf welchem Stücke man wollte; eben ſo wenig fand dabey eine Verſchiedenheit in Hinſicht der Richtung oder Intenſität der durch die ſtrahlende Zurückwerfung hervorgebrachten Polariſation Statt. Biot ſchließt hieraus, daß dieſe letztere Art der Zurückwerfung, unerachtet ſie ſich auf Lichttheilchen äußert, welche die erſten Schichten des Kryſtalls durchdringen laſſen, dennoch in Tiefen Statt findet, wo die aus der Kryſtalliſation hervorgehenden Kräfte noch nicht bemerkbar ſind. Eben dieß findet auch bey der regelmäßigen Zurückwerfung Statt, welche ſich aber außerhalb des Kryſtalles äußert. Dieß gilt jedoch nur für die zuvor durch Kunſt polirten Oberflächen. Brewſter hatte bemerkt, daß, wenn man das Licht von Flächen zurückwerfen läßt, welche die na-

türliche Politur haben, und welche oft von einer großen Vollkommenheit iſt, der Winkel, unter welchem die vollſtändige Polariſation auf dieſen Oberflächen zu Stande kommt, von ihrer Neigung gegen die Axen des Kryſtalls, dem ſie angehören, abhängt, und ſich auch noch auf der nämlichen Oberfläche je nach der Richtung der Einfallsebene ändert. Dieſe Bemerkung, führt Biot an, wiewohl ſie ſehr unerwartet ſcheinen könne, ſtehe doch nicht im Widerſpruche mit der vorigen. Denn in den Oberflächen, welche die Kryſtalliſation erzeuge, könne die Politur von einer regelmäßigen und eigenthümlichen Anordnung der Elementartheile herrühren, welche die künſtliche Bearbeitung vielleicht zerſtöre.

Bey den bisher angeführten Verſuchen der doppelten Brechung wurden beyde Strahlen ſtets nach zwey rechtwinklichten Richtungen polariſirt. Es ſind dieß aber auch die wirklichen Anordnungen, welche die Axen der Lichttheilchen im Innern der Kryſtalle annehmen; und wenn ſie dieſelben beſitzen, ſo behalten ſie ſie in jeder andern weit beträchtlichern Tiefe bey. Später hat jedoch Biot entdeckt, daß ſie nicht plötzlich bey ihrem Eintritt in den Kryſtall dieſe Anordnung annehmen, ſondern nach und nach dazu gelangen, und zwar in um ſo größern Tiefen, je geringer die anziehende oder zurückſtoßende Kraft iſt, welche ſie anregt, ſo daß, wenn man auf eine zweckmäßige Art die Richtung des einfallenden Strahls in Beziehung auf die Axe, von welcher die Kraft ausgeht, verändert, man ſtets die Tiefe bemerkbar und unſern Maſſen zugänglich machen kann. Bis hieher iſt die Richtung der Polariſation regelmäßig, nicht feſt. Die Lichttheilchen drehen, während ſie fortſchreiten, ihre Axen, wie durch eine Art von Schwingung, abwechſelnd nach einer und der andern Seite der Ebenen, in deren Richtung ſie zuletzt kommen ſollen. Herr Biot bezeichnet dieſen Zuſtand mit dem Namen der beweglichen oder wechſelnden Polariſation, und wendet den Ausdruck feſte

oder beſtändige Polariſation auf den entſcheidenden Zuſtand der Lichttheilchen an.

Zu dieſen Reſultaten wurde Biot durch eine intereſſante Beobachtung Arago's über die dünnen Scheiben des Glimmers und des Kalkſpathes geführt. Es bemerkte nämlich derſelbe, als er dergleichen Blättchen einem polariſirten Lichtſtrahle ausſetzte, und das dadurch erzeugte hindurchgehende Bild durch ein Prisma von Isländiſchem Spath betrachtete, daß es ſich in zwey verſchiedentlich gefärbte Bündel theile, deren Farbenabſtufungen, welche zuweilen regelmäßig, zuweilen veränderlich ſind, ſich ſowohl mit der Dicke der Blättchen, als auch mit ihrer Lage in Beziehung auf die Axen der Lichttheilchen, welche durch ſie hindurchgehen, verändern. Dieß waren Wirkungen der beweglichen Polariſation. Ueberdem fand auch Arago, daß analoge Farben erzeugt wurden, wenn das polariſirte Licht durch Platten Bergkryſtall und ſelbſt von Flintglas von einer gewiſſen Dicke hindurchgegangen war. Biot bemerkt, daß auch dieß Wirkungen derſelben Art waren; nur waren die Kräfte ſo ſchwach, daß die bewegliche Polariſation ſich durch die ganze Dicke der Prismen erhielt, und dieſe Schwäche rührte im Kryſtall von der Richtung des Schnitts, im Flintglaſe von einer anfangenden Kryſtalliſation her.

Zur Entwickelung der Geſetze dieſer Erſcheinungen, iſt unumgänglich nothwendig, ſie mittelſt der oben angegebenen Polariſationsmaſchine zu beobachten, welche verſtattet, die kryſtalliſirten Blättchen in alle mögliche bekannte Lagen in Beziehung auf die Axen der Lichttheilchen zu bringen. Ein durch Zurückwerfung auf einer Glastafel polariſirter Lichtſtrahl fällt lothrecht auf ein rhomboidales Prisma aus Isländiſchem Spathe, das achromatiſch gemacht worden, und ſich auf einem eingetheilten Kreiſe bewegt. Anfänglich dreht man das Prisma ſo, daß das hindurchgegangene Licht genau nur ein einziges gewöhnliches Bild giebt; in welchem Falle der Hauptſchnitt des Prisma mit der Ebene der Polariſation des

Strahls parallel wird; hierauf bringt man die kryſtalli-ſirte Scheibe dazwiſchen, indem man ſie in einer bekannten Lage an dem zweyten Ringe des Apparats befeſtiget. Dann lenkt ſeine Wirkung als Kryſtall allgemein die Axen einer gewiſſen Anzahl Lichttheilchen ab, veranlaßt im rhomboidalen Prisma die Entſtehung eines ungewöhnlichen Bildes, und, indem man die Umſtände beobachtet, unter welchen dieſes Bild verſchwindet, ſo wie die Perioden der Intenſität, durch die es bey den verſchiedenen Lagen der Scheiben und des Rhomboids hindurchgeht, langt man dahin, die neue Richtung der Polariſation, welche dem Lichtſtrahl eingedruckt wurde, zu beſtimmen. Man kann auch an die Stelle des Rhomboids eine zweyte Glastafel ſetzen, welche eine ſolche Richtung erhalten hat, daß der durch die erſte Tafel polariſirte Strahl ſich der Zurückwerfung von ſeiner Oberfläche entzieht. Bringt man nun die kryſtalliſirte Platte zwiſchen die beyden Gläſer, ſo wird die Zurückwerfung auf dem zweyten Glaſe wieder zum Vorſchein kommen, und die Betrachtung der Phaſen, die das Licht erhält, wird, wie im vorhergehenden, die neue Richtung der Polariſation zu erkennen geben, die durch die Platte den Axen der Lichttheilchen ertheilt wurde. In dieſem Falle muß man zu der Vorrichtung einen dritten eingetheilten Rand hinzufügen, auf dem die Scheibe in den bekannten Lagen ſich befeſtigen läßt.

Endlich, da alle Erſcheinungen der Polariſation, welche ein Kryſtall hervorbringen kann, von der anziehenden oder abſtoßenden Kraft abhängen, durch welche die doppelte Brechung bewirkt wird, ſo iſt es unumgänglich nothwendig, die Richtung der Kryſtalliſationsaxen in den Blättchen, die man anwenden will, zu kennen. Schon Malus gab ein Verfahren an, dieß zu beobachten in Anſehung der fixen Polariſation. Hier laſſen ſich folgende Geſetze darſtellen: Wenn ein polariſirter Strahl durch eine dicke kryſtalliſirte Platte mit gleichlaufenden Flächen hindurchgeht, ſo giebt es nur zwey Lagen, in

welchen er ſeine urſprüngliche Polariſation ganz beybehält, nämlich 1. wenn der Hauptſchnitt der Platte parallel mit der urſprünglichen Polariſation des Strahls iſt; in welchem Falle dieſer in ſeinem gewöhnlichen Zuſtande gänzlich durch die Platte hindurchgeht; 2. wenn der Hauptſchnitt lothrecht auf der Polariſationsebene iſt, wo dann der Strahl ganz als ungewöhnlicher Strahl hindurchgeht. Hat man demnach dieſen doppelten Verſuch an einer kryſtalliſirten Platte angeſtellt, und macht an derſelben zwey Schnitte nach dieſen Richtungen, ſo wird der eine derſelben nothwendig der Hauptſchnitt ſeyn, folglich die Axe der doppelten Brechung enthalten. Hierauf mache man parallel mit dieſen Schnitten in der Platte zwey neue Flächen, und beſtimme daſelbſt ebenfalls die Richtung, in welcher der gebrochene Strahl ſeine urſprüngliche Polariſation beybehält; eine dieſer Richtungen muß die Axe des Kryſtalles ſeyn. Um zwiſchen ihnen zu entſcheiden, braucht man nur Prismen zu ſchneiden, von welchen die eine der Flächen lothrecht iſt, und unter allen dieſen Prismen zu unterſuchen, welches diejenigen ſind, die einfache Bilder geben; denn dieß iſt das Kennzeichen der Richtung der Axe.

Die Herren **Brewſter** und **Biot** haben auf eine ähnliche Art die Richtungen der Axen in den zweyaxigen Kryſtallen zu beſtimmen geſucht. Man hat nämlich nur nöthig, in ihren primitiv- oder ſekundären Geſtalten eine einzige Fläche zu ſuchen, auf deren Beziehung dieſe Axen eine ſymmetriſche Lage haben. Schneidet man dann eine Platte parallel mit dieſer Fläche, und läßt einen polariſirten Strahl ſenkrecht darauf fallen, ſo wird man, wie in den einaxigen Kryſtallen, zwey auf einander rechtwinklichte Ebenen finden, in welchen die urſprüngliche Polariſation ungeſtört bleibt; und eine dieſer Ebenen wird die zwiſchen beyden Axen mitten durchgehende Linie enthalten. Nimmt man Schnitte nach der Richtung dieſer Ebene vor, ſo wird man neue Platten mit parallelen Flächen erhalten, an welchen die nämliche Bedingung der

Symmetrie eine Wiederholung der nämlichen Prüfung geſtatten wird. Die zwiſchen den Axen durchgehende Linie wird ſomit der gemeinſchaftliche Durchſchnitt der beyden auf einander ſenkrecht gemachten Schnitte ſeyn. Dann wird man eine Platte ſchneiden können, deren Flächen ſenkrecht auf dieſe Linie ſind, und die völlige Beſtimmung der Richtung der Axen gegen ihre Seiten wird ſich dann mit Leichtigkeit bewirken laſſen. Das einzige Mittel, die völlige Uebereinſtimmung der Richtung des Schnittes, ſo wie den vollkommenen Parallelismus zwiſchen den Flächen der Platten zu erhalten, iſt, zu den Verſuchen Subſtanzen zu wählen, welche von Natur blätterig ſind, und deren Blätter ſich leicht von einander trennen laſſen. Dieſe Eigenſchaft findet ſich im Fraueneis oder blätterigen Gyps und einer großen Menge Subſtanzen, welche man allgemein mit dem Namen Glimmer bezeichnet hat. Die Primitivgeſtalt des Fraueneiſes iſt nach Haüy ein gerades vierſeitiges Prisma, deſſen Grundflächen ſchiefwinklichte Parallelogramme ſind, deren Winkel 113° 7′ 48″ und 66° 52′ 12″ betragen. Die Grundflächen liegen in der Ebene der Blätter ſelbſt, in deren Richtung ſich die Subſtanz ſehr nett und ſchön ſpalten läßt. Das Syſtem der ſekundären Kryſtalle zeigt, daß die Kryſtalliſation mit vollkommener Symmetrie zu beyden Seiten der Ebene dieſer Blätter erfolgt; woher es denn auch kommt, daß das als Primitivgeſtalt angeführte Prisma ſeine Kanten ſenkrecht auf ſeine Grundflächen hat. Hieraus läßt ſich aber auch der Schluß machen, daß die Lage der Axe oder der Axen der doppelten Brechung an dieſer Symmetrie Theil haben, d. h. in der Ebene der Blätter, oder in einer darauf ſenkrechten Ebene enthalten ſeyn muß. Auf dem Wege des Verſuchs erfährt man, daß die erſte Lage diejenige iſt, welche die Natur bewirkt hat. Brewſter fand, daß der blätterige Gyps wirklich zwey Axen der doppelten Brechung beſitzt, welche in der Ebene ſeine Blätter enthalten, und gegen einander umher 60° geneigt ſind. Um ihre Richtung in Beziehung auf die

Seitenflächen des urſprünglichen Prismas angeben zu können, muß man wiſſen, daß bloß theoretiſch die gegenſeitigen Neigungen dieſer Seiten beſtimmt werden.

Biot bemerkt, daß die Lage der Axen der doppelten Brechung des blätterigen Gypſes in der Ebene der Blätter ein Umſtand iſt, welcher die Regelmäßigkeit der, mit dünnen Blättchen dieſer Subſtanz anzuſtellenden Verſuche ſehr begünſtigt. Jedes ſolcher Blätter, hätte es auch nur die Dicke eines Hunderttheil Millimeters, iſt ein eben ſo vollkommener Kryſtall, als der ganze Kryſtall. Verbindet man nun noch mit dieſer natürlichen Einrichtung die Vorſicht, nur Kryſtalle anzuwenden, welche vollkommen regelmäßig und von beſtimmten Umriſſen ſind, ſo wird es nicht ſchwer halten, die Blättchen, aus welchen ſie beſtehen, nach einander abzulöſen, ohne ihre Regelmäßigkeit im mindeſten zu ändern. Man braucht nur mit einem ſehr feinen Inſtrumente z. B. mit einer Lanzette, den Anfang der Trennung der Blätter anzudeuten, ſo kann man ſie nachmals mit der Hand hinwegnehmen, wie man ein Stück Goldſchlägerhaut, das auf einem polirten Marmor befeſtiget iſt, hinwegnimmt.

Iſt ein ſolches Blättchen abgelößt worden, ſo bringe man es auf den Ring des Apparats mit zwey Glastafeln. Um einen beſtimmten Fall vor Augen zu haben, denke man ſich, daß der Strahl, dem man es darbietet, weiß, lothrecht, und in der Richtung des Meridians polariſirt ſey. Dann wird die Ebene der Zurückwerfung auf der zweyten Tafel in die von Oſten nach Weſten gehende Vertikalebene gerichtet werden müſſen. Nachdem nun das Blättchen dazwiſchen gebracht worden, und z. B. eine ſolche Lage erhalten hat, daß die Strahlen unter einem rechten Winkel einfallen, ſo wird das Licht, welches durch ſelbiges hindurchgegangen iſt, noch weiß ſeyn, und fortfahren weiß zu erſcheinen, man mag es entweder direct ins Auge laſſen, oder ſenkrecht auf ein weißes Papier fallen laſſen, welches ohne Unterſchied die verſchiedenen Theile deſſelben zurückwirft, ohne Rückſicht auf die

Richtung ihrer Polariſation. Läßt man es aber, ohne es aufzufangen, zu der zweyten Glastafel gelangen, welche vorher es gänzlich durchließ, ſo wird ein gewiſſer Theil deſſelben zurückgeworfen werden, welcher eine eigentliche Farbenabſtufung beſitzt, und eben dieß iſt der Verſuch den Arago zuerſt angegeben hat. Herr Biot verfolgte dieſe Erſcheinungen weiter und leitete davon die Geſetze der von ihm genannten beweglichen Polariſation ab, wovon man den Arikel: Farben (Th. VIII. S. 692. u. f.) nachleſen kann.

Die Herrn Arago und Fresnel haben auch vor einigen Jahren *) mit dem polariſirten Lichte ähnliche Verſuche angeſtellt, welche D. Young in Beziehung des Phänomens der Interferenz angeſtellt hatte. Es war nämlich ſchon von Grimaldi bemerkt worden, daß die Vermiſchung zweyer Lichtſtrahlen, welche unter zweckmäßig gewählten Umſtänden zugleich ins Auge gelangen, eine ähnliche Wirkung verurſachet, wie der Schall; Unterſuchungen darüber wurden aber zuerſt von D. Young angeſtellt. Am beſten läßt ſich dieſe Erſcheinung nach dem von Fresnel angegebenen Verfahren auf folgende Art darſtellen:

Man läßt einen Sonnenſtrahl in ein dunkles Zimmer fallen, welcher durch den Spiegel eines Helioſtats in unverrückbarer Richtung zurückgeworfen wird, ſo daß er ſeinen Weg durch eine Lupe von ſehr geringer Brennweite nehmen muß, welche ihn in dem Brennpunkte faſt in einem einzigen mathematiſchen Brennpunkte concentrirt. Von dieſem Punkte aus werden alsdann die Strahlen, aus welchen dies Lichtbündel beſteht nach allen Richtungen divergiren, und einen Lichtkegel bilden, welcher ſich mit der Entfernung immer mehr erweitert. In dieſen Kegel bringe man in einer Entfernung von dem Vereinigungspunkte von zwey bis drey Metern zwey Metallſpiegel an, welche unter einem ſehr kleinen Winkel gegen einander

*) Annales de chimie et de physique. Tom. X. p. 288 sq.

geneigt ſind, ſo daß ſie die Strahlen unter faſt gleichen Neigungswinkeln empfangen; und betrachte aus einer gewiſſen Entfernung das Bild des leuchtenden Punktes auf beyden Spiegeln zugleich. Auf dieſe Art erblickt man zwey Bilder deſſelben, getrennt durch einen Winkelabſtand, welcher von der Neigung der beyden Spiegel, ihren Abſtänden von dem leuchtenden Punkte und der Entfernung, in welcher ſich der Beobachter findet, abhängt. Außerdem aber, und dieß iſt das Weſentlichſte bey dieſer Erſcheinung, bemerkt man, wenn man das Auge mit einer Lupe von kurzer Brennweite bewaffnet, zwiſchen den Orten der beyden Bilder eine Reihe halber, unter einander, paralleler Streifen von verſchiedenen Farben, deren Richtung ſenkrecht auf die beyde Bilder verbindende Linie iſt. Wenn das einfallende Licht einfach iſt, ſo zeigen ſich die Streifen von der Farbe dieſes Lichtes, und durch dunkle Zwiſchenräume geſchieden. Ihre Richtung hängt nur von der Richtung der Spiegelebenen ab, nicht aber von irgend einem Einfluß, der durch ihre Ränder auf ſie hätte; denn man kann jeden Spiegel um ſich ſelbſt drehen, wodurch die Lage ſeiner Ränder geändert wird, ohne Veränderung des gemeinſchaftlichen Durchſchnittes der beyden Ebenen, und die Streifen bleiben wie vorhin.

Betrachtet man nun einen der zwiſchen den beyden Bildern ſichtbaren Streifen, ſo kann man nach den Lagen der Lupe, der Spiegel und des Auges die Richtung und den Gang der Lichtſtrahlen berechnen, welche dieſen Streifen bilden, und ſowohl von dem einen als von dem andern Spiegel herkommen. Dieſe Berechnungen geben folgende Reſultate: 1. die Mitte des zwiſchen den beyden Lichtpunkten begriffenen Raums nimmt einen glänzenden Streifen ein, gebildet von Strahlen, deren Wege vom Lichtpunkte bis zum Auge von gleicher Länge ſind, ſo daß der Unterſchied dieſer Wege gleich Null iſt; 2. der erſte glänzende Streifen, rechts und links von dieſem, wird durch Strahlen gebildet, deren Unterſchied des Weges beſtändig und von einer gewiſſen Größe, welche

a heißen mag, iſt; 3. der zweyte glänzende Streifen wird durch Strahlen hervorgebracht, deren Unterſchied des Weges gleich 2 a iſt; 4. im allgemeinen iſt der Unterſchied der Wege für jeden glänzenden Streifen eines der Glieder der Reihe o, a, 2 a, 3 a, 4 a u. ſ. f.; 5. die dunkeln Streifen, welche zwiſchen den vorigen liegen, entſprechen den Unterſchieden im Wege, welche zum Ausdruck haben $\frac{1}{2}$ a, $\frac{3}{2}$ a, $\frac{5}{2}$ a, $\frac{7}{2}$ a — u. ſ. f.; 6. der Zahlwerth von a iſt genau das Vierfache der Länge, welche Newton den Anwandlungen beylegt, für die Art einfachen Lichtes, an welchem man die Beobachtung anſtellt.

Nach dem Undulationsſyſteme werden dieſe Erſcheinungen auf folgende Art erklärt: der Zwiſchenraum a iſt genau gleich der Länge einer Lichtwelle, d. h. gleich dem Abſtande der Punkte des Aethers, welche in der Aufeinanderfolge der Wellen ſich in demſelben Augenblicke in gleicher Bewegung und gleichem Zuſtande befinden. Wenn die Wege der beyden interferirenden Strahlen genau um die Hälfte dieſer Länge an dem Orte, wo ſie ſich kreuzen, unterſchieden ſind, ſo verhalten ſich ihre Bewegungen und Zuſtände daſelbſt gerade entgegengeſetzt, während die Phaſen dieſer Zuſtände einander ganz gleich ſind. Ferner gehen die Bewegungen, welche von dieſen partiellen Undulationen hervorgebracht werden, faſt nach der nämlichen Richtung vor ſich, wegen der geringen Neigung, welche die beyden Strahlen gegen einander haben. Auf dieſe Weiſe ziehen ſich die Bewegungen, die ſie hervorzubringen ſtreben, von einander ab, und heben ſich, da ſie genau gleich ſind, einander wechſelſeitig auf, ſo daß der Punkt des Aethers, wo dieſes Phänomen Statt findet, gar nicht erſchüttert wird. Es kann alſo das an dieſem Punkte befindliche Auge kein Licht wahrnehmen. Das nämliche Reſultat muß an allen Punkten des Raumes Statt finden, wo die Verſchiedenheit der Wege der interferirenden Strahlen $\frac{3}{2}$ a, $\frac{5}{2}$ a, $\frac{7}{2}$ a — beträgt, weil ſie auf gleiche Art in gerade entgegengeſetzten Zuſtänden dahin gelangen. Was dagegen die glänzenden Streifen

betrifft, wo die Verſchiedenheit der Wege a, 2 a, 3 a, 4 a u. ſ. f. beträgt, ſo langen die Strahlen, durch welche ſie gebildet werden, in ganz gleichen Phaſen der Bewegung und des Zuſtandes an. Mithin addiren ſich die dadurch hervorgebrachten Bewegungen zu einander, und geben die Erſcheinung des Lichtes. Dieſe Anſicht eines Zuſammentreffens der Lichtwellen und der daraus hervorgehenden Abwechſelungen von Licht und Schatten iſt von Young das Princip der Interferenz genannt worden.

Biot bemerkt, daß, wenn dieſe Erſcheinung bloß nach dem Undulationsſyſteme möglich wäre, das Syſtem dadurch begründet und das Emanationsſyſtem widerlegt ſeyn würde. Indeſſen ſcheine ſie ihm keinesweges ein ſo entſcheidendes Merkmal an ſich zu tragen, als zur völligen Erkenntniß der Wahrheit wohl wünſchenswerth ſeyn möchte, zu welchem Syſtem auch die Entſcheidung ausfiele. Es könne ohne Verletzung der Logik das Phänomen der Interferenz auch im Emanationsſyſtem Statt finden, wenn man das dadurch ausgedruckte Reſultat zu einer Bedingung der Sichtbarkeit mache. In der That liege in der Erſcheinung der Streifen kein Beweis, daß die Lichtſtrahlen unter gewiſſen Umſtänden phyſiſch auf einander einwirkten; vielmehr erkennten wir bloß daraus, daß das Auge die Empfindung des Lichtes habe oder nicht habe, wenn es ſich an dem Punkte befinde, wo die Strahlen mit dieſen Umſtänden zuſammenträfen; ſo wie ſich auch daraus ergebe, daß eine dahin gebrachte matte Oberfläche, von fern betrachtet, glänzend oder dunkel erſcheine. Was nun den erſten Fall betreffe, ſo ſey es möglich, daß das Sehen aufhöre, wenn die Netzhaut gleichzeitig Strahlen empfange, die ſich in entgegengeſetzten Phaſen ihrer Anwandlungen befänden; und in Anſehung des zweyten leuchte es ein, daß, wenn ſolche Strahlen zuſammen auf eine matte Oberfläche träfen, und dann durch Strahlung nach allen Seiten zerſtreuet würden, ſie, weil ſie von jedem Punkte dieſer Oberfläche bis zum Auge die nämlichen Wege zu durchlaufen hätten, beym

Anlangen an die Netzhaut noch das nämliche Verhältniß der Phaſen behalten würden, welches ſie beym Anlangen an die zurückwerfende Oberfläche gehabt hätten; ſo daß, wenn ſie ſich hier in einem entgegengeſetzten Zuſtande der Anwandlung befänden, ihre Entgegenſetzung auch beym Anlangen an die Netzhaut noch die nämliche ſeyn, und mithin kein Sehen Statt haben werde.

Ueberhaupt läßt ſich das Princip der Interferenz, man mag es aus dem Undulations- oder Emanationsſyſteme zu erklären verſuchen, als ein allgemeines Erfahrungsgeſetz aufſtellen; wo es dann im folgenden Satze enthalten iſt.

1. Wenn zwey gleiche Antheile Licht, die ſich unter ganz gleichen Umſtänden befinden, getrennt werden (nachdem ſie von derſelben Quelle ausgegangen), und wiederum ziemlich in einer und derſelben Richtung zuſammenfallen, ſo addiren ſich die Wirkungen, die ſie einzeln in der Sinneswahrnehmung hervorbringen würden, zu einander, oder heben ſich wechſelſeitig auf, je nachdem der Unterſchied der Zeiten, die ſie zur Zurücklegung ihrer geſonderten Wege gebraucht haben, ein gerades oder ungerades Vielfache eines gewiſſen Halb-Intervalls iſt, welches für die verſchiedenen Farben verſchieden, beſtändig aber für jede Art einfachen Lichtes iſt.

2. Bey Anwendung dieſes Geſetzes auf verſchiedene Mittel müſſen die Geſchwindigkeiten des Lichtes den Brechungsverhältniſſen der Mittel für umgekehrt proportional genommen werden, ſo daß die Strahlen ſich, in Folge dieſer Verhältniſſe, langſamer in dem dichtern und ſchneller in dem dünnern Mittel bewegen.

3. Bey der Zurückwerfung von der Oberfläche eines dünnern Mittels, von einigen Metallen und unter mehrern andern Umſtänden geht ein halbes Intervall verloren.

4. Endlich kann noch hinzugefügt werden, daß die Längen dieſer Intervalle immer das Vierfache von den Längen ſind, welche Newton den Anwandlungen der nämlichen Farben beylegt.

Arago giebt folgenden Verſuch an, nach welchem dieſe Geſetze eine vollkommene Beſtätigung erhalten. Wenn zwey einfache homogene Strahlen im vorigen Verſuche mit den beyden Spiegeln interferiren und Streifen bilden, ſo bringe man auf dem Wege eines dieſer Strahlen eine ganz dünne Glasplatte an, durch welche derſelbe allein hindurchgeht. Dem zweyten Satze zu Folge wird ſein Gang in der Glasplatte nach dem Verhältniß des Brechungsverhältniſſes weniger raſch als in der Luft ſeyn. Wenn er alſo nach ſeinem Austritte aus der Platte und bey weiterer Fortſetzung ſeiner Bahn mit dem Strahl zuſammentrifft, mit welchem er interferirte, ſo werden ihre beyderſeitigen Intervalle nun in einem andern Verhältniß zu einander ſtehen, als vorher, und um auf das nämliche Verhältniß wieder zurückzukommen, wird man einen andern Strahl betrachten müſſen, der eine ſolche Richtung hat, daß ſeine Verzögerung in der Glasplatte durch die Verkürzung des Weges, den er bey ſeiner Richtung zu durchlaufen hat, compenſirt wird; mithin wird die Stelle, welche die Farbenſtreifen vor der Zwiſcheneinbringung der Glasplatte einnehmen, verrückt werden, und zwar um eine Weite, welche ſich nach der Dicke der Platte und ihrem Brechungsverhältniß berechnen läßt.

Die Herrn Arago und Fresnel, welche das polariſirte Licht denſelben Verſuchen unterwarfen, fanden folgende Reſultate:

1. Unter den nämlichen Umſtänden, unter welchen zwey Strahlen von gewöhnlichem Lichte das Phänomen der Interferenz hervorgebracht haben würden, übten zwey Strahlen, welche in entgegengeſetzter Richtung polariſiret wurden, keine Wirkung gegen einander aus.

2. Die Lichtſtrahlen, welche nach derſelben Richtung polariſiret wurden, wirkten wie gewöhnliche Strahlen auf einander; ſo daß bey denſelben zwey Lichtarten das Phänomen der Interferenz ein und das nämliche blieb.

3. Die Lichtſtrahlen, welche zuerſt in entgegengeſetzter Richtung polariſiret, und alsdenn wieder auf daſſelbe

Polariſations-Planum zurückgebracht wurden, erhielten das Vermögen nicht wieder auf einander zu wirken.

4. Zwey Lichtſtrahlen, welche nach entgegengeſetzter Richtung polariſirt und nachher auf gleiche Polariſationen zurückgebracht wurden, wirkten auf einander wie gewöhnliches Licht, wenn es von einem anfänglich nach einerley Richtung polariſirten Lichtbündel herkam.

5. Bey den Phänomenen der Interferenz, welche von Strahlen entſtanden waren, die die doppelte Brechung erlitten hatten, wurde der Ort der Streifen nicht einzig durch den Unterſchied der Wege und ihrer Geſchwindigkeiten beſtimmt.

M. ſ. traité physique experimentale et mathemat. p. *Biot* Tom. IV. liv. sixiè. p. 520 sq. Deſſelben Lehrbuch der Experimentalphyſik 3te Aufl. überſ. von **M. G. Th. Fechner.** IV. Band. Leipz. 1825. 8. Siebentes Buch. S. 98 ff.

Potassium ſ. *Kalium*.

Prozeß, chemiſcher (Zuſ. zu S. 49. Th. IV.). Noch vor der Entdeckung der **Volta'ſchen** Säule hatten **Ritter** und **Winterl** die Idee aufgeſtellt, daß bey Entſtehung eines chemiſchen Prozeſſes die elektriſchen Kräfte im Spiele ſind, und entwickelten hieraus eine elektro-chemiſche Theorie. M. ſ. den Artikel: **Verwandtſchaft.** Nachdem die Herrn **Berzelius** und **Hiſinger** mittelſt der galvaniſchen Säule gefunden hatten, daß die Säuren und das Oxygen des Waſſers vom poſitiven Pole, und die Alkalien und das Hydrogen des Waſſers vom negativen Pole angezogen werden; und überhaupt mittelſt der Säule erwieſen worden war, daß ſie die zuſammengeſetzten Körper analyſiren könne, indem ſie nach jedem ihrer Pole einen der Grundſtoffe ziehe; ſo kam man auf die Vermuthung, daß auch das Umgekehrte erfolgen werde, d. h. daß zwey Körper im Augenblicke ihrer Verbindung ſich im entgegengeſetzt elektriſchen Zuſtande befinden werden. Man war daher bald der Meinung

zugethan, daß der chemiſche Prozeß bloß auf der Wirkung der beyden elektriſchen Kräfte beruhe.

Nachdem bereits Berzelius, Oerſtedt, Davy und andere den Einfluß der Elektricität bey vielen chemiſchen Prozeſſen, als wichtige Thatſachen, erwieſen hatten, ſo waren ſie doch nicht im Stande denſelben bey allen Körpern, welche chemiſch auf einander wirken, nachzuweiſen. Es unternahm es daher Becquerel *), über dieſen wichtigen Gegenſtand mittelſt des elektro-magnetiſchen Multiplikators neue Verſuche anzuſtellen. Zuerſt war es ihm darum zu thun, aufzufinden, ob im Moment der Verbindung der Metalle und Alkalien elektriſche Kräfte mit im Spiele ſind. Davy hatte dergleichen bemerkt, wenn Säuren und Alkalien vollkommen trocken waren. Um ſie auch im feuchten Zuſtande der letztern zu zeigen, bediente ſich Becquerel eines Multiplikators, deſſen Draht von Platina war; an dem einen Ende dieſes Drahtes brachte er einen kleinen Löffel ebenfalls von Platina an, um die Säure, welche aber die Platina nicht angreifen darf, hineinzuthun; an das andere Ende des Drahtes befeſtigte er eine kleine Zange ebenfalls von Platina, und brachte den Körper, welcher auf die Säure wirken ſollte, zwiſchen deſſen Schenkel. Sollte Platina eine elektro-motoriſche Wirkung auf dieſen Körper äußern, ſo brachte er ein Stück feuchtes Papier zwiſchen beyde. Bey gewöhnlicher Temperatur fand er keinen elektriſchen Strom, was für eine Flüſſigkeit er auch außer der Salpeter-Salzſäure anwendete; erhöhete er aber die Temperatur, ſo zeigten ſich folgende Erſcheinungen: bey deſtillirten Waſſer in einem kleinen Löffel bis zum Aufwallen erhitzt, fand kein elektriſcher Strom Statt, beym Flußwaſſer war der elektriſche Strom außerordentlich ſchwach, wurde aber ſtärker, wenn ein wenig Salpeterſäure oder Alkali hinzugethan wurde; hiebey ſchien es aber Becquerel wahrſcheinlich,

---

*) Annales de chymie et de physique. T XXXIII. p. 244 sq. überſ. in Schweigger's Journ. B. XL. S. 385 ff.

daß der elektriſche Strom von der Temperaturverſchiedenheit der beyden Enden des Drahtes abhange. Wurde nun an die kleine Platinzange ein Stück kauſtiſches Kali oder Natron befeſtigt, das mit etwas Waſſer angefeuchtet war, ſo entſtand in dem Augenblicke, wo das Alkali die Säure berührte, ein elektriſcher Strom, welcher den Kreis von der Säure zum Alkali durchlief. Im Augenblicke der Berührung dieſer beyden Körper alſo hülle ſich die Säure in eine poſitive und das Alkali in eine negative elektriſche Atmoſphäre ein.

Zur Wahrnehmung der elektriſchen Ströme, welche durch Einwirkung einer Säure auf Metalle entſtehen, wurde daſſelbe Verfahren angewendet; nur mußte das Metall nicht unmittelbar mit der Platina in Berührung kommen, was mittelſt eines kleinen Papierſtreifchens bewirkt werden konnte.

Was die andere chemiſche Operation, die Auflöſungen betrifft, ſo war bis jetzt der Einfluß der Elektricität auf ſelbige problematiſch. Becquerel ſuchte daher ſehr genaue Verſuche darüber anzuſtellen, um mit Gewißheit auszumitteln, ob bey wirklichen Auflöſungen elektriſche Kräfte mit im Spiele ſind. Seine erſten Verſuche geſchahen bey der Auflöſung der Hydrate von Kali und Natron im Waſſer, nachher aber erweiterte er ſie, und ſtellte überhaupt dergleichen bey Auflöſungen der Säuren, der Alkalien und der Neutralſalze im Waſſer an *). Die erſten Beobachtungen mit Kali und Natron im Waſſer aufgelöſet bewieſen, daß es ſchwer hält, bey dieſer Art von Einwirkungen elektriſche Wirkungen zu erhalten, beſonders wenn das Waſſer deſtillirt war; im gewöhnlichen Waſſer gab die Auflöſung bisweilen deutlichere Wirkungen; indeſſen waren im Allgemeinen die Reſultate ungewiß, und konnten von andern dem Auflöſungsprozeſſe fremden Urſachen abhängen. Es bemerket daher Bec-

*) Annales de chimie et de physique Tom. XXIV. p. 237 sq. überſ. in Schweigger's Journal. Th. XL. S. 423 ff.

querel, daß man beynahe verſichert ſeyn könne, daß bey der Auflöſung eines Körpers im Waſſer ſich keine Elektricität erzeuge.

In Hinſicht der Auflöſungen der Säuren im Waſſer unterſchied er zwey Klaſſen der Säuren, nämlich diejenigen, welche ſich unter feſter Geſtalt darſtellen laſſen, wie Boraxſäure, Citronenſäure, Oxalſäure u. d. gl., und die flüſſigen Säuren. Von den erſtern war es hinreichend, ein kleines Stück von jeder Säure zwiſchen den Armen der Platinzange zu befeſtigen, und es dann ins Waſſer zu tauchen, welches der Platinlöffel enthielt. In dem Augenblicke, wo die Auflöſung begann, entſtand ein elektriſcher Strom, der vom Waſſer nach der Säure gieng, und ununterbrochen fortdauerte. Um die Einwirkung der Salpeterſäure, Salzſäure und Schwefelſäure auf das Waſſer zu erforſchen, wurde der Platinſchwamm angewendet. Wurde der Platinſchwamm einige Augenblicke in Salpeterſäure und dann in deſtillirtes Waſſer getaucht, ſo entſtand anfänglich eine ſchwache elektriſche Strömung, welche von der Säure zum Waſſer gieng und zuletzt ganz aufhörte; wurde dagegen der mit reinem Waſſer benetzte Schwamm in concentrirte Schwefelſäure getaucht, ſo erfolgte die elektriſche Strömung ſtets von der Säure aus. Stellte er auf dieſelbe Art mit der Salzſäure Verſuche an, ſo entſtand ein vom Waſſer nach der Säure gehender elektriſcher Strom; bey Schwefelſäure erfolgte eine entgegengeſetzte Bewegung. Hieraus ergab ſich, daß Waſſer der elektro-poſitive Faktor in Beziehung auf Salpeterſäure und Schwefelſäure, während er der elektro-negative für die ſchwachen Säuren und für die Salzſäure iſt.

Ein Stück Kali oder Natronhydrat in deſtillirtes Waſſer gebracht, erzeugte eine elektriſche Strömung vom Waſſer nach dem Alkali, es mochte dieſes entweder zuerſt zwiſchen die Arme der Platinzange gebracht, oder eine ſehr concentrirte Auflöſung von Kali und Natronhydrat mit Platinſchwamm einige Zeit in Berührung geweſen, und dann in deſtillirtes Waſſer getaucht worden ſeyn.

Die Auflöſung der neutralen Salze im Waſſer gab im Durchſchnitt ſehr wenig bemerkbare elektriſche Erſcheinungen.

Bey der Miſchung einer Säure mit einer andern Säure ergab ſich eine Menge Erſcheinungen, welche zu erkennen gaben, daß da, wo eine Aenderung in den elektriſchen Wahrnehmungen Statt findet, nothwendig Modificationen in den die wechſelſeitigen Verwandtſchaften hervorbringenden Kräften entſtehen mußten. Wurde Platinſchwamm mit Salpeterſäure getränkt und alsdann in zur Hälfte ſeines Volumens mit Waſſer verdünnte Schwefelſäure getaucht, ſo entſtand ſogleich eine ſehr ſtarke elektriſche Strömung, welche ſich von der Salpeterſäure nach der Schwefelſäure erſtreckte. War die Schwefelſäure concentrirt, ſo war die Strömung ebenfalls ſehr ſtark, aber in entgegengeſetzter Richtung. Hiernach mußte es alſo ein ſolches Gemenge von Schwefelſäure und Waſſer geben, daß, wenn man den Platinſchwamm mit derſelben tränkt und alsdann in Salpeterſäure taucht, die Strömung ganz verſchwindet. Wurde der in mit Waſſer verdünnte Schwefelſäure getauchte Platinſchwamm in Salpeterſäure gebracht, ſo dauerte die Strömung lange Zeit hindurch, woraus hervorging, daß die Miſchung der beyden Säuren ſehr ſchwierig von ſtatten geht und durch die Wirkung der Platina auf die Schwefelſäure verzögert werde; wenn die Salpeterſäure mit Waſſer vertauſcht wurde, ſo erfolgte die Miſchung augenblicklich, und die Strömung verſchwand unmittelbar darauf. Die Erfahrungen zeigen den Nutzen metalliſcher Schwämme, um chemiſche Wirkungen zu verzögern, und zu gleicher Zeit einer der beyden Elektricitäten ſich zu bemächtigen, welche in dem Momente, wo jene eintreten, frey wird.

Einige Metalloxyde, welche mit den Alkalien eine Verbindung eingehen, erzeugten auch im Moment der Berührung elektriſche Ströme. Wurden in den Platinlöffel eine Auflöſung von kauſtiſchem Kali gebracht, und

an der kleinen Platinzange Zinkoxyd, Alaunerde oder Bleyoxyd, welches erſt aus einer Kaliauflöſung friſch gefällt war, befeſtigt, ſo wurde in dem Augenblicke, da das Oxyd die Auflöſung berührte, ein elektriſcher Strom erzeugt, welcher vom Oxyd zum Alkali ging. Es verhielten ſich alſo bey dieſer Art von Verbindungen die Oxyde wie die Säuren.

Bey Niederſchlägen, welche durch eine doppelte Zerſetzung entſtanden, beobachtete Becquerel ebenfalls elektriſche Wirkungen; nur mußte er vorzüglich dafür ſorgen, daß die Entſtehung des Niederſchlags nicht augenblicklich erfolgte.

Beſonders merkwürdig war die Beobachtung des Herrn Becquerel, daß ſich auch bey der Haarröhrenthätigkeit elektriſche Erſcheinungen zeigten. Eine für den Erfolg der Verſuche weſentliche Bedingung hiebey war, nur ſolche Subſtanzen anzuwenden, welche hinreichende Leiter der Elektricität ſind, damit die Strömung der Elektricitäten frey erfolgen konnte. Daher war Glas hiezu nicht anwendbar; dagegen waren der Platinſchwamm und die Kohle zu dergleichen Unterſuchungen beſonders geſchickt. Goß er irgend eine Säure, z. B. Salzſäure, welche durch ein fünffaches Gewicht deſtillirten Waſſers verdünnt war, in die Platinſchale, die mit einem der Enddrähte des Multiplicators verbunden war, und tauchte in dieſelbe einen Platinſchwamm, welcher von einer ebenfalls aus Platin verfertigten Zange gehalten wurde, die an das andere Ende des Drahtes gelöthet war; ſo trat in demſelben Augenblicke eine elektriſche Strömung ein, welche vom Schwamme nach der Säure ging. Nach und nach verminderte ſich aber dieſe Strömung, und hörte zuletzt ganz auf, wenn der Platinſchwamm alle Flüſſigkeit eingeſogen hatte, welche er aufnehmen konnte.

Beym Eintauchen der Kohle in verdünnte Schwefelſäure ging die elektriſche Strömung von der Säure nach der Kohle. Uebrigens hielt ſie lange Zeit an, und dauerte bisweilen zwölf Stunden. Ohne Zweifel lag der Grund

davon darin, weil die Kohle eine gewiſſe Zeit gebraucht, um alle Flüſſigkeit, welche ſie aufnehmen kann, zu abſorbiren. Nach Becquerel's Meinung hängt die elektriſche Strömung einzig und allein von dem ab, was während der Haarröhrchenthätigkeit vor ſich geht, und keineswegs von der bloßen Berührung des feſten Körpers mit der Flüſſigkeit. Ueberhaupt ſchien aus ſeinen Verſuchen zu folgen, daß die Berührung der feſten Körper mit den Flüſſigkeiten, ſobald ſie nicht eine chemiſche Einwirkung zur Folge hat, kein bemerkenswerthes elektriſches Phänomen zum Vorſchein bringe.

Ueber die elektro-chemiſche Theorie ſ. m. übrigens den Artikel: **Verwandtſchaft.**

Pyrometer (Zuſ. z. S. 678. Th. VI). Da alle bisherigen Pyrometer keineswegs ſich zum Maaße der Ausdehnung feſter Körper durch die Wärme eigneten, ſondern blos die Ausdehnung im Allgemeinen anzeigten, ſo haben ſich einige Phyſiker bemüht, neue Vorrichtungen dieſer Art anzugeben, durch welche die Ausdehnung feſter Körper mittelſt der Wärme gemeſſen werden kann.

Das Pyrometer, welches Brongiart *) angab, und welches er in der Porzellanfabrik zu Sévers gebrauchte, um feſte Grenzpunkte für die hohen Temperaturen ſeiner Oefen beſtimmen zu können, hat folgende Einrichtung: Die Metallſtange BB′ (fig. 24.) ſtützt ſich mit einem ihrer Enden an einen feſten Widerhalt FF; während ihr anderes Ende das Ende L eines Winkelhebels LCL′ forttreibt, welcher ſich um den feſten Mittelpunkt C drehen kann, und deſſen Arm CL′ weit länger, als CL, z. B. 100 Mal ſo lang iſt. Eine Kreiseintheilung DD wird ſo angebracht, daß ſich das Ende des Armes CL′ längs ihr bewegt. Dehnt ſich nun die Stange um eine gewiſſe Länge aus, ſo wird ſie das Ende des Hebels L

*) Lehrbuch der Experimental-Phyſik, oder Erfahrungsnaturlehre von Biot, aus dem Franzöſ. überſezt von M. Fechner. B. I. Leipz. 1824. 8. S. 227 ff.

um eben ſo viel fortſtoßen; und das Ende des zeigerför⸗ migen Hebelarms L′ wird dem zu Folge einen 100 Mal größern Raum auf der Eintheilung durchlaufen.

Biot bemerkt, daß zwar dieſe Vorrichtung zur Be⸗ ſtimmung feſter Grenzpunkte der Temperatur nützlich ſeyn könne, allein ſie vermöge doch nicht, wenn ſie nicht we⸗ nigſtens modificirt worden ſey, ein Maaß für die abſo⸗ lute Größe der Ausdehnung feſter Körper zu geben. Denn wenn das Ende des Zeigers L′ wirklich die abſolute Aus⸗ dehnung der Stange BB′ anzeigen ſolle, ſo müßten der Punkt C und der Widerhalt F vollkommen unverrückt ſeyn, oder ihr Abſtand müſſe ſich wenigſtens bey allen Tempe⸗ raturveränderungen, welchen die Stange ausgeſetzt werden ſolle, durchaus gleich bleiben. Wenn aber der Punkt C und der Widerhalt F Theile der nämlichen Unterlage ausmachten, ſo werde dieſe, aus welchem Stoffe ſie auch beſtehe, ſobald ſie an der Temperatur der Stange Theil nehmen könne, ſich zugleich mit ihr ausdehnen und zuſammenziehen, ob⸗ gleich nach einem andern Verhältniſſe; und es werde da⸗ her der Zeiger L′ nicht eigentlich die Ausdehnung der Stange BB′, ſondern bloß den Ueberſchuß der Ausdeh⸗ nung dieſer Stange über die der Unterlage angeben.

Das einfachſte Mittel, ja das einzige, durch welches dieſem Uebelſtande abgeholfen werden kann, iſt nach Biot, eine ſolche Einrichtung zu treffen, daß durch die Wirkung der Temperaturveränderungen auf den Punkt C und den Widerhalt F keine merkliche Veränderung im Abſtand beyder nach der Richtung CF hervorgebracht werden könne. Dazu würde man z. B. gelangen, wenn man als Wi⸗ derhalt eine Glasplatte genau ſenkrecht auf die Länge der Stange BB′ anbrächte, und im Punkte C ebenfalls einen langen Cylinder ſenkrecht auf dieſe Stange aufrichtete; wozu noch die Bedingung zu fügen ſey, daß Platte und Cylinder auf Unterlagen ruhen, welche hinreichend ent⸗ fernt von der Stange und zugleich maſſiv genug ſeyn, um an den Temperaturveränderungen, welche ſie erfah⸗ ren könne, nicht den geringſten Antheil zu nehmen. Auf

dieſen Grundbedingungen beruhe die Einrichtung eines Apparats, mit welchem Lavoiſier und la Place Verſuche angeſtellt hätten. Es wurde die Stange BB′ (Fig 25.), welche dem Verſuche unterworfen würde, in horizontaler Lage durch gläſerne Walzen erhalten, über welche ſie frey hingleiten konnte; als Widerhalt diente ein vertikales, ebenfalls gläſernes Lineal F F, ſenkrecht befeſtiget, an ein anderes horizontales Lineal TT, deſſen Enden in zwey ſehr große, in bedeutender Entfernung von der zu erhitzenden Stange in den Boden eingeſenkte Pfeiler von Stein eingekittet waren. Der kleine Hebelarm CL war auch vertikal, und die, gleichfalls auf zwey ſteinernen Pfeilern geſtützte, Drehungsaxe C konnte eben ſo wenig durch die Temperaturveränderungen, welche man die Stange erfahren ließ, in Anſpruch genommen werden. Das Ende des längern Hebelarms CL′ aber, anſtatt ſich längs einer Eintheilung zu bewegen, ſetzte ein Perſpektiv in Bewegung, durch welches man nach einem ſehr weit entfernten Ziele viſirte. Ueberdem iſt zur Schärfe der Beobachtung noch erforderlich, daß die Stange, mit welcher der Verſuch angeſtellt wird, in ihrer ganzen Länge eine bekannte und gleichförmige Temperatur habe. Das einzige Mittel dazu zu gelangen, beſteht darin, daß man ſie in eine Flüſſigkeit taucht, deren Theile ſämmtlich dieſe Temperatur beſitzen. Allein die Stange muß dabey eine völlig horizontale Lage haben; denn taucht man Thermometer bis zu verſchiedenen Tiefen in ein Gefäß, daß mit Flüſſigkeit gefüllt, und bis zu einem gewiſſen Grade über die Temperatur der Luft erhitzt iſt, ſo findet man, daß die verſchiedenen Schichten dieſer Flüſſigkeit eine ungleiche Wärme haben. Es wird daher eine feſte Stange beym vertikalen Eintauchen in eine erhitzte Flüſſigkeit in verſchiedenen Punkten eine ungleiche Temperatur annehmen, was die Beſtimmung ſeiner mittleren Temperatur ſehr erſchwert. Durch horizontales Eintauchen fällt dieſer Nachtheil weg, weil in einer ruhig ſtehenden Flüſſigkeit die Temperatur in der ganzen Ausdehnung einer Horizontal-

ſchicht die nämliche iſt. Damit nun aber auch die Thermometer unmittelbar die Temperatur der Stange anzeigen, müſſen ſie der ganzen Länge nach, welche von der Queckſilberſäule eingenommen wird, von Flüſſigkeit umgeben ſeyn; daher wird es erfordert, daß ſie ebenfalls horizontal oder faſt horizontal längs der Stange zu liegen kommen. Jedoch könnte man ſie auch in vertikaler Lage halten, wofern man auf den Unterſchied in der Ausdehnung des außerhalb der Flüſſigkeit befindlichen Theiles der Säule durch Rechnung Rückſicht nehmen wollte. Mittelſt dieſer Verfahrungsarten fanden **Lavoiſier** und **la Place** die in folgender Tafel enthaltenen Reſultate:

Benennung der Subſtanzen nach alphabetiſcher Ordnung.	Ausdehnung eines Lineals, deſſen Länge 1 iſt bey der Temperatur des ſchmelzenden Eiſes.	
	Von 0° bis 100°	für 1 Centimeter oder 4,43296 Lin.
Bley	0,00284836	$\frac{1}{35108}$
Eiſen, rundes, durch den Drahtzug gegangen	0,00123504	$\frac{1}{81157}$
Eiſen, weiches, geſchmiedetes .	0,00122045	$\frac{1}{81937}$
Flintglas, Engliſches . .	0,00081166	$\frac{1}{124834}$
Glas, Franzöſiſches, mit Bley .	0,00087199	$\frac{1}{114650}$
Glas, ohne Bley (in Röhren) .	0,00087527	$\frac{1}{114191}$
Glas von St. Gobin (Spiegelglas)	0,00089089	$\frac{1}{112247}$
Gold, abgeſchiedenes (or de depart)	0,00146606	$\frac{1}{68202}$
Gold, Pariſer Probe, nicht ausgeglüht	0,00155155	$\frac{1}{24452}$
Gold, Pariſer Probe, ausgeglüht	0,00651361	$\frac{1}{66067}$
Kupfer	0,00171733	$\frac{1}{58231}$
Kupfer, gelbes, oder Meſſing	0,00187821	$\frac{1}{53215}$
Platin (nach **Borda**) . .	0,00085655	$\frac{1}{116748}$
Queckſilber	0,00600601	$\frac{1}{16650}$
Silber durch Kupellation . .	0,00190974	$\frac{1}{52363}$
Silber, Pariſer Probe . .	0,00190868	$\frac{1}{52363}$
Stahl, nicht gehärtet . .	0,00107912	$\frac{1}{92664}$
Stahl, gelb angelaufen, angelaſſen bey 65 Grad	0,00123956	$\frac{1}{80674}$
Zinn von Falmouth . .	0,00217298	$\frac{1}{46161}$
Zinn, oſtindiſches oder von Malacca	0,00193765	$\frac{1}{51609}$

Aus dieſer Tafel erhellet, daß zwiſchen den Temperaturen des ſchmelzenden Eiſes und des kochenden Waſſers

die Ausdehnung des Metalls für dieſelbe Anzahl der Grade des hunderttheiligen Queckſilberthermometers merklich gleich bleibe. Die Herrn Dulong und Petit [α]) haben über die Ausdehnung einiger feſter Körper in Temperaturen über 100° ſehr genaue Verſuche angeſtellt, und gefunden, daß die Ausdehnungen des Eiſens, des Kupfers und des Platins in demſelben Maaße wachſen, als die Temperatur über 100° ſteigt. Hieraus läßt ſich ſehr wahrſcheinlich ſchließen, daß bey den übrigen Metallen daſſelbe Verhalten in Anſehung ihrer Ausdehnung durch die Wärme Statt findet.

Wichtige Anwendungen der Verſuche über die Ausdehnung der feſten Körper beym Gebrauche der Meßinſtrumente, welche ſowohl in der Aſtronomie als Geodäſie gebraucht werden, bey der Berichtigung der Pendelſtangen an Pendeluhren u. ſ. f. findet man beym Biot [β]).

Pyrophorus (Zuſ. z. S. 64. Th. IV.). Es hatte der D. Redm. Coxe in Philadelphia [γ]) aus Verſuchen mit dem Pyrophor die Vermuthung gezogen, daß in der Zuſammenſetzung deſſelben das Kalium durch die Maſſe im metalliſchen Zuſtande verbreitet ſey, und daß, wenn dieſe Feuchtigkeit aus der Luft an ſich reißt, Kalium-Waſſerſtoffgas entſtehe, welches ſich beym Berühren mit Sauerſtoffgas entzünde, und die Entzündung dem kohlenartigen Körper mittheile, die es umgebe. Dagegen führt aber Doebereiner [δ]) folgenden Verſuch an, woraus zu erhellen ſcheint, daß vielmehr eine chemiſche Verbindung von Kohle, Schwefel und Kalium es iſt, welche die entzündliche Subſtanz des Pyrophors bildet. Wenn man 1 Theil gebrannten Alaun mit 1 oder 2 Theilen kohlenſäuerlichen Kali's und ½, oder 1½ Theilen Kienruß innigſt vermengt, und das Gemenge in einem Flintenlaufe

α) Annales de chimie et de Physique. Tom. VII. p. 140 sq.
β) Traité de physique experimentale et mathematique. To. I. p. 159 sq.
γ) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLVII. S. 234 ff.
δ) Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XIV. S. 118.

bis zum Weißglühen erhitzt, und daſſelbe in dieſer Temperatur $\frac{1}{2}$ Stunde lang erhält, ſo erfolgt kein Schwefeldunſt, wie bey dem gewöhnlichen Verfahren der Pyrophorbereitung, ſondern aller aus dem Alaun aufſteigender Schwefel wird von den übrigen Subſtanzen aufgenommen, und es entſteht ein Pyrophor, welcher ſo leicht entzündlich iſt, daß er ſelbſt in der trocknen Luft Feuer fängt, und aus dem Flintenlauf nicht ohne erfolgende Entzündung in ein anderes Gefäß gebracht werden kann. Dabey hat er das Vorzügliche, daß er ſeine Selbſtentzündbarkeit faſt gar nicht verliert und bequem als tragbares Feuerzeug gebraucht werden kann. Da nun dieſer Pyrophor kein Waſſer verlangt, um entzündet zu werden, ſo kann auch nicht Kalium-Waſſerſtoffgas die zündende Subſtanz deſſelben ſeyn. Vielmehr iſt anzunehmen, daß während des Glühens des Gemenges Schwefelkohlenſtoff und Kalium gebildet werden, welche ſich mit einander verbinden, und eine im hohen Grade leicht entzündliche Zuſammenſetzung bilden, welche die übrige Kohle durchdringt, und dieſe dann bey erfolgender Entzündung mit in Brand ſetzt.

Wenn man bloß kohlenſäuerliches Kali mit Kohle ſtark glühet, ſo entſteht auch eine pyrophoriſche Maſſe, in welcher eine Verbindung von Kalimetall mit Carbon die entzündende Urſache zu ſeyn ſcheinet. Läßt man aber durch dieſelbe, während ſie in einem Flintenlauf glühet, Hydrothionſäuregas ſtreichen, ſo wird ſie viel entzündlicher, und ganz dem nach der angegebenen Vorſchrift bereiteten Pyrophor ähnlich.

D. Haenle in Lahr *) glaubte aus ſeinen Verſuchen ſchließen zu dürfen, daß der Schwefel nicht als ein weſentlicher Beſtandtheil aller Pyrophore zu betrachten ſey; denn nicht alle enthielten ihn; wo er zugegen ſey, befördere er das Verbrennen, weil er ſelbſt ein verbrennlicher Körper ſey, und in dieſer Eigenſchaft die elektriſchen Kräfte

*) Schweigger's Journ. für Chemie u. Phyſik. B. XXV. S. 29 f.

erhöhe. Abſolut nothwendig zur Bildung eines Pyrophors werde aber die Gegenwart der Kohle in Verbindung mit metalliſchen Grundlagen verſchiedener Art, und das Waſſer erfordert; welche Stoffe, mit einander in Berührung gebracht, den elektro-chemiſchen Prozeß hervorruften. Würden hierdurch die entgegengeſetzten Elektricitäten auf einen hohen Grad geſteigert, ſo ſeyen ſie jedesmal von Licht und Wärme begleitet, das Waſſer werde zerlegt, ſein Sauerſtoff bilde Oxyde, ſein Waſſerſtoff werde von der Kohle verſchluckt, oder verbinde ſich mit dem Stickſtoff, und ſo werde das Gleichgewicht wieder hergeſtellt. Sey die elektriſche Spannung ſchwach, ſo werde nach Maaßgabe der reſpektiven geringen Intenſität des elektriſchen Gegenſatzes, entweder nur Licht oder nur Wärme erzeugt.

Dieſe Theorie laſſe ſich auf alle Pyrophore anwenden; alle enthielten außer der Kohle, entweder Kali, oder Ammoniak, oder ein anderes Oxyd, in einem gewiſſen Grade der Desoxydation ihrer metalliſchen Grundlagen, deren Beſtreben ſich mit Sauerſtoff zu ſättigen, d. h. ihre vorige Indifferenz wieder herzuſtellen, das Reſultat des Verbrennens zur Folge habe.

Nach den neueſten Erfahrungen ſcheint aber auch die Kohle gar kein weſentlicher Beſtandtheil des Pyrophors zu ſeyn; vielmehr muß als ein abſolut weſentlicher Theil einer pyrophoriſchen Materie der Waſſerſtoff angeſehen werden, welcher aus der atmoſphäriſchen Luft den Sauerſtoff ſchnell anzieht, und dadurch den elektro-chemiſchen Prozeß einleitet.

Q.

Queckſilber (Zuſ. zu S. 89. Th. IV.). Doebereiner fand, daß ſich bey der Verbindung des Queckſilbers mit andern Metallen ein ſehr hoher Grad von Kälte erzeugt.

Unter dem Artikel: **Knallqueckſilber** (Th. IX. S. 511.) iſt bemerkt worden, daß Fourcroy, ſo wie

auch Thenard und Descotils als Beſtandtheile deſſelben Ammoniak, und einen beſondern vegetabiliſchen Stoff, welcher nach ihrer Meinung von durchaus unbeſtändiger Miſchung ſey, angenommen haben. Allein nach der Zeit beſchäftigte ſich vorzüglich D. Liebig *) mit Auffindung der wahren Natur des Knallqueckſilbers und des Knallſilbers, und fand, daß beyde einerley Beſtandtheile, nur in verſchiedenen Verhältniſſen, beſitzen. Es gelang ihm, aus Knallqueckſilber Knallſilber, und umgekehrt aus Knallſilber Knallqueckſilber zu bereiten. Folgendes giebt die Grundbeſtimmungen an, die aus Liebig's Arbeiten hervorgingen:

Knallqueckſilber enthält in 100 Gewichttheilen		überhaupt alſo
25,8 Gewichttheile Kohlenſäure	18,76434 Sauerſtoff 7,03566 Kohlenſtoff	23,38662 Sauerſtoff
		2,34272 Waſſerſtoff
10,0 Ammoniak	8,23500 Stickſtoff 1,76500 Waſſerſtoff	8,23500 Stickſtoff
		7,03566 Kohlenſtoff
5,2 Waſſer	4,62228 Sauerſtoff 0,57772 Waſſerſtoff	56,90000 Queckſilber
56,9 Queckſilber	56,4 Queckſilber	
97,9	97,90000	97,90000

Knallſilber enthält in 100 Gewichtstheilen		überhaupt alſo
35,5 Gewichttheile Kohlenſäure	25,81915 Sauerſtoff 9,68085 Kohlenſtoff	32,21923 Sauerſtoff
		3,21797 Waſſerſtoff
13,7 Ammoniak	11,28195 Stickſtoff 2,41805 Waſſerſtoff	11,28195 Stickſtoff
		9,68085 Kohlenſtoff
7,2 Waſſer	6,40080 Sauerſtoff 0,79992 Waſſerſtoff	41,00000 Silber
41,0 Silber	41,00000 Silber	
97,4	97,40000	97,40000

Quellen (Zuſ. z. S. 105. Th. IV.). Außer den hier angeführten Urſachen über die Entſtehung der Quellen hat man in den neuern Zeiten noch dieſe Meinung angenommen, daß auch mehrere Quellen, beſonders aber die Mineralquellen in Folge galvaniſcher Prozeſſe entſtanden ſeyn könnten.

M. ſ. Steffens geognoſtiſch-geologiſche Aufſätze. Hamburg 1810. 8. S. 293 ff. Wurzer's phyſiſch-chemiſche Beſchreibung der Schwefelquellen zu Nenndorf ꝛc. Caſſel und Marburg 1815. 8. S. 37 ff.

---

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXXV. S. 393 f.

R.

Raum (Zuſ. z. S. 144. Th. IV.). Der Raum, in welchem alles, was in die Sinne fällt, erſcheint, und in ſeinem Verhältniſſe beſtimmt und geordnet wird, iſt

1. kein für ſich beſtehendes Ding: denn es läßt ſich an demſelben weder Thun noch Leiden, als weſentliche Bedingungen von dem Daſeyn eines wirklichen Gegenſtandes, erkennen,

2. iſt der Raum nicht Etwas den erſcheinenden Dingen weſentlich Anhängendes; denn man kann alle Erſcheinungen im Raume wegdenken, ohne die Vorſtellung vom Raume aufzuheben.

3. Auch iſt der Raum kein abſtracter Begriff; denn bey einem ſolchen Begriffe müßte ſelbſt ſchon der Begriff des Raumes vorausgeſetzt werden.

Hieraus folgt, daß der Raum blos die ſubjektive Bedingung iſt, unter welcher uns die äußern ſinnlichen Gegenſtände als etwas Zuſammengeſetztes außer und neben einander erſcheinen, oder es iſt, mit Kant zu ſprechen, der Raum die reine Form aller unſerer ſinnlichen Anſchauungen. Es beſitzt alſo unſer Geiſt das angeborne oder urſprüngliche Vermögen, die in ihm liegende unveränderliche Form der reinen Anſchauung, oder die ſubjektive Bedingung von der Möglichkeit des Nebeneinanderſeyns äußerer ſinnlichen Gegenſtände auf dieſe ſelbſt überzutragen, wenn er dieſelben als im Raume befindlich denkt.

Gewöhnlich ſtellt man ſich den Raum zum Theil als etwas Ganzes, welches alle einzelne Theile des Raumes in ſich faßt, zum Theil als ein ſtetiges Ganzes vor, weil alle Theile des Raumes in unſerer Vorſtellung als zuſammenhängend gedacht werden, und alle Grenzen der Veränderungen, die wir außer uns wahrnehmen, innerhalb des Raums liegen.

Da kein ſinnlicher Gegenſtand anders als im Raume gegeben werden kann, ſo iſt auch der Raum, als Form der reinen Anſchauung, eine der Bedingungen von der

Möglichkeit aller äußern Erſcheinungen. Ob nun gleich der Raum die ſubjektive Bedingung iſt, unter welcher die äußern Gegenſtände als etwas Zuſammengeſetztes unſern Sinnen erſcheinen; ſo erhellet es aber auch, daß der Raum zugleich eine von den Bedingungen der objektiven Nothwendigkeit der äußern ſinnlichen Objekte iſt. Es hat daher unſere geiſtige Beſchaffenheit mit der Sinnenwelt eine ſolche genaue Verbindung, daß für uns äußere Gegenſtände nur erſt dadurch möglich werden, daß wir unſer urſprüngliches Erkenntnißvermögen auf ſie übertragen.

Es iſt daher auch der Raum das vorzügliche Element zur reinen Kenntniß der ſinnlichen Objekte. Die Unterſuchung der Raumbegriffe, und der daraus abgeleiteten Geſetze, iſt ein Gegenſtand der Mathematik; mithin kann auch nur derjenige Theil in der Naturwiſſenſchaft als rein betrachtet werden, wo die Mathematik angewendet werden kann, und dieſer reine Theil muß derjenige ſeyn, auf welchen ſich alle Erfahrung gründet. M. ſ. den Artikel: Anſchauung (Th. VIII. S. 97 f.).

Regen (Zuſ. zu S. 156. Th. IV.). Man hatte ſchon ſeit längerer Zeit die merkwürdige Beobachtung gemacht, daß von zwey gleichen Gefäßen, welche unter ganz gleichen Umſtänden, nur in verſchiedenen Höhen der Atmoſphäre ſtehen, das obere in gleicher Zeit weniger Regenwaſſer als das untere auffängt. Die erſte Nachricht davon findet man in der bibliotheque Britannique To. 38. zuſammengeſtellt. Beſonders hatte Copland 2 gleiche Gefäße, 12 Fuß von einander, und zwar das eine 6 Fuß höher als das andere geſtellt. Er fand, daß, wenn die Menge des Regenwaſſers im untern Gefäße das im obern beträchtlich übertraf, dies ein Zeichen war, daß der Regen noch einige Zeit anhielt; daß, wenn ſich dagegen im obern Gefäße ungefähr eben ſo viel oder ſelbſt etwas mehr Regenwaſſer, als im untern ſammelte, wie dies manchmal der Fall war, dies anzeigte, daß das

ſchlechte Wetter zu Ende gieng, und einige Tage Trocken-heit einfiel. Herr J. F. de Luc bemerkt, daß, wenn ſich Copland's Beobachtung beſtätige, ſie offenbar beweiſe, daß der Regen durch eine beſtändige Zerſetzung der atmoſphäriſchen Luft erzeugt werde. Luke Howard zu Plaiſtow *) ſtellte hierüber mehrere Beobachtungen an; er hatte zwey Regenmeſſer, die einander vollkommen gleich waren, ſo geſtellt, daß das andere vom erſtern etwa 60 Fuß entfernt, und 43 Fuß niedriger ſtand. Nach der Menge des Regenwaſſers, welches während einer 20-tägigen Beobachtung ſich in beyden Regenmeſſern geſammelt hatte, zu urtheilen, ſchien ſich faſt der vierte Theil alles Regens innerhalb einer Höhe von 50 Fuß über dem Erdboden gebildet zu haben. In Anſehung des Unterſchiedes, welcher ſo häufig in den Angaben der beyden Regenmeſſer ſich vorfand, ließen ſich die Urſachen deſſelben, wenn man auf die Umſtände einiger Maaßen aufmerkſam war, einige Mal ziemlich deutlich wahrnehmen. War nämlich die Regenmenge in beyden Regenmeſſern dieſelbe, ſo deutete die Menge und die ſichtbare Thätigkeit der Wolken in den obern Luftregionen, und die Durchſichtigkeit der untern Luftſchichten darauf hin, daß alles herabfallende Waſſer ſehr wohl aus den obern Schichten herrühren könne. Dagegen war in mehreren Fällen, wenn ſich im untern Regenmeſſer mehr Regen als in dem obern angeſammelt hatte, die untere Luftſchicht ſehr wenig durchſichtig geweſen; ein Zeichen, daß dann eine Zerſetzung des Waſſerdampfs bis ſehr nahe an den Erdboden herab vor ſich gegangen war, oder daß die Regenwolken über den Erdboden ſelbſt hingezogen oder auf ihm auflagen, obgleich man ihr Anhäufen nicht gewahr wurde, da man ſich in ihnen befand.

Einige Beobachtungen über dieſen Gegenſtand führten ſehr deutlich auf folgende Schlüſſe: Nimmt man an, daß

*) *Nicholson's* journal of natural philosophy. Febr. 1812. frey bearbeitet in Gilbert's Annal. der Phyſik. B. XLI. S. 417 ff.

eine die Erdfläche berührende Luftmaſſe durch eine darüber befindliche nach einer andern Richtung, oder wenigſtens mit einer andern Geſchwindigkeit ſich bewegende Luftmaſſe ſo erkältet werden könne, daß ſie ſich mit einem feinen wäſſerichten Niederſchlag erfüllt, welcher in Wolken und Regen übergeht; ſo begreift es ſich leicht, wie mehrere in dieſer untern Luftmaſſe befindliche Regenmeſſer deſto weniger Waſſer aufſammeln müßten, je höher ſie ſtänden; jede horizontale Schicht ſetzt nämlich ihren eigenen Ueberſchuß an Waſſer ab, und läßt das in den höhern Schichten abgeſetzte Waſſer durch ſich hindurch.

Wenn hingegen die Quelle des Regens in einer Luftſchicht iſt, die ſich in einer mittleren Höhe und höher als alle Regenmeſſer befindet, ſo müſſen dieſe alle eine gleiche Menge Regenwaſſer auffangen; es ſey denn, die untere Luftmaſſe ſey ſo trocken, daß jeder Tropfen im Herabfallen etwas durch Verdunſtung verliere. In dieſem Falle mußten ſich in den Regenmeſſern deſto mehr Waſſer finden, je höher ſie ſtänden, welches auch wohl einige Mal beobachtet ſeyn ſoll.

Außerdem giebt es auch noch eine andere Urſache der Verſchiedenheit in dieſen Reſultaten, die man nicht gehörig beachtet zu haben ſcheint; nämlich durch zufällige Luftſtröme bewirktes ſchiefes Herabfallen des Regens. Ueberhaupt ſchien es, der Regen könne, wie der Schnee, durch den Wind zuſammengeweht und angehäuft werden; daher iſt es ſchwierig, einen Regenmeſſer, an irgend einem Theile eines Gebäudes ſo anzubringen, daß nicht partielle Luftzüge auf die Menge des Regens, den es auffängt, Einfluß haben, und ihn vermehren oder vermindern. Will man alſo die Menge des Regens wiſſen, welche wirklich auf die Erde fällt, ſo muß der Regenmeſſer auf dem Erdboden ſelbſt ſtehen. Man muß ihn, wo möglich, von allen Gegenſtänden entfernen, welche den Wind um ihn her in wirbelnde Bewegung ſetzen könnten.

(Zuſ. zu S. 690. Th. VI.). Auch Howard iſt geneigt anzunehmen, daß der Regen faſt jedesmal das Re-

ſultat der elektriſchen Wirkung der Wolken auf einander ſey. Er meint, daß ſich dieſe Annahme durch lange Beobachtungen beſtätigt habe, welche man auf verſchiedene Art über den elektriſchen Zuſtand der Wolken und des Regens angeſtellt habe. Auch ſey es ſehr wahrſcheinlich, daß das Gewitter nur eine plötzlichere und mehr in die Sinne fallende Wirkung dieſer Kräfte ſey. Nach Howard entſteht der Regen auf folgende Art. Bey Entſtehung der Regenwolken hat man auf zwey Umſtände vorzüglich Rückſicht zu nehmen, nämlich zuerſt auf die Ausbreitung der obern Wolkenmaſſen nach allen Richtungen, bis ſie zur gleichförmigen Schicht (Stratus) geworden ſind; und dann auf die ſchnelle Bewegung und ſichtbare Abnahme des cumulus, nachdem er unter obige Wolkenſchicht gekommen iſt. Auch die cirri, die ſich ſo oft von der obern Wolkenſchicht nach aufwärts erſtrecken und mit geſträubten Haaren Aehnlichkeit haben, beſitzen im hohen Grade das Anſehen temporärer Leiter der Elektricität, welche durch die plötzliche Vereinigung kleiner Dunſttheilchen zu weit größern, welche den Regen bilden, erregt wird. Nach Verſuchen mit dem elektriſchen Drachen ſcheint es, daß die obern Wolken vor dem Regen poſitive Elektricität beſitzen, welche aber, nach dem Zutritt eines großen cumulus einer ſehr ſtarken negativen Elektricität Platz macht, welche ſo lange anhält, als der cumulus über dem Drachen ſich befindet. Hieraus iſt man aber doch nicht zu dem Schluß berechtiget, daß der regenbringende cumulus immer negativ ſey, indem ſich auch dieſelbe Wirkung aus einem poſitiven cumulus ergeben kann, welcher ſich mit einem negativen ſtratus verbindet. Indeſſen ſcheint doch dieſe Meinung weit wahrſcheinlicher, daß der Zuſtand der untern Atmoſphäre während des Regens negativ, und der wahre ſtratus poſitiv iſt. Abſolut ſey es aber nicht nothwendig, die verſchiedenen Zuſtände der Wolken, welche während des Regens erſcheinen, zu beſtimmen, da hinreichende Gründe vorhanden ſeyn, anzunehmen, daß die in verſchiedenen Regionen der Atmoſphäre

gebildeten Wolken auf einander wirkten, wenn ſie nahe genug aneinander gebracht würden, ſo daß ihre Theilweiſe oder gänzliche Zerſtörung die Folge davon ſey. Dieſe Wirkung könne man aber nur dem Umſtande zuſchreiben, daß ſie vorher entgegengeſetzte Elektricitäten beſeſſen oder im Augenblick erſt erlangt hätten. Dieſe Erklärung ſcheint jedoch nach Howard für den Fall eines kurzen Regens mehr zu paſſen, als für den eines anhaltenden Regens. Sollte ſich aber darthun laſſen, daß der Vorrath von jeder Wolkenart durch irgend ein Mittel im Verhältniſſe zur Conſumption unterhalten werden könnte, ſo würde auch für den letzten Fall die Erklärung hinreichend ſeyn. Es ſey aber eine wohlbekannte Sache, daß die Ausdünſtung der Oberfläche der Erde und der Gewäſſer während des Regens oft zurückkehre und fortdaure, und mithin die untern Wolken erzeuge, während die obern durch die Menge Dunſt erſetzt wurden, welche durch die obere Strömung herbeygeführt und fortwährend zu Thau verdichtet werde, was aus der Trübung der Atmoſphäre bey Regenwetter, und aus dem reichlichen Thau hervorgehe, der in den nächtlichen Zwiſchenräumen des Regens niederzufallen pflege. Auch werde nicht behauptet, daß die Elektricität zur Hervorbringung des Regens anders, als ein ſecundäres Agens beytrage, welches die Wirkung zweyer großen prädisponirenden Urſachen modificire, nämlich der fallenden Temperatur und des Zuſtrömen des Dunſtes.

Dalton, welcher eine eigene Abhandlung über den Regen bearbeitet hat, ſuchte die Theorie des James Hutten (S. 168. Th. IV.) zu vertheidigen. Allein de Luc hat bereits gegen dieſe Theorie erhebliche Einwendungen gemacht, und in einem neuern Aufſatze zu zeigen ſich bemühet, daß ſie ſchwerlich Statt finden könne, vielmehr hat er ſeine bereits ſchon im weſentlichſten auseinandergeſetzte Theorie des Regens noch mehr zu begründen geſucht.

Die Einwirkung der Elektricität bey der Entſtehung des Regens ſcheint wohl außer allem Zweifel zu ſeyn;

allein in welcher Verbindung die Elektricität mit der Bildung der Wolken und des daraus entſtehenden Regens ſteht, ſcheint noch nicht gehörig erklärt zu ſeyn. Herr **Brandes** *) führt noch an, daß ihm **Howards** Meinung, daß bey dem Entſtehen der Federbüſchel (cirri) an dem Gipfel der Haufenwolke (cumulus) eine Vereinigung entgegengeſetzter Elektricitäten Statt finde, darum nicht recht glaublich ſcheine, weil ihm nicht bekannt ſey, daß man jemals dieſe Erſcheinung, oder das Zuſammentreffen einer Haufenwolke mit einer federigen Schichtwolke von Blitzen begleitet geſehen habe. Vielmehr habe es ihm und andern wohl einmal geſchienen, als ob der Blitz dann zuerſt ausgebrochen ſey, wenn zwey große gethürmte Haufenwolken gegen einander heranrückend ſich erreicht hätten; aber auch hier könne nicht das Annähern einer andern Wolke der eigentliche Grund ſeyn, warum ſo ſtarke Elektricität entſtehe, ſondern vielmehr nur die Veranlaſſung, warum das Ueberſchlagen der gehäuften Elektricität eher eintrete, indem nämlich jene andere Maſſe ſich bis zur Schlagweite nähere.

Es iſt alſo die wahre Erklärung über die Entſtehung des Regens noch ein Geheimniß der Natur, ſo alltäglich auch dieſe Erſcheinung iſt. Herrn **Brandes** ſcheint bey der ſo merkwürdigen Erſcheinung des Regens die **Volta'ſche** Säule in Hinſicht der Waſſerzerſetzung einigen Aufſchluß zu geben. An derſelben ſähen wir nämlich an der negativen Seite eine unaufhörliche Entbindung von Waſſerſtoffgas, und ſeyn daher geneigt zu fragen: wo denn hier der andere Beſtandtheil des Waſſers bleibe? Während hier der eine Beſtandtheil des Waſſers, immer neu erzeugt, ſich vor unſern Augen entbinde, zeige das umgebende Waſſer ſich in allen chemiſchen und phyſiſchen Eigenſchaften ganz unverändert, und die Erſcheinung würde höchſt dunkel ſeyn, wenn die poſitive Seite, wo ſich Sauerſtoff entbinde, ewig vor unſern Augen ver-

*) Beyträge zur Witterungslehre. Leipzig 1820. 8. S. 346 f.

borgen wäre. So ungefähr ſey es nun bey der Wolkenbildung. Hier entſtehe Waſſer an dem einen Ende der Kette; das andere Ende der Kette ſey uns aber verborgen, und was dort vorgehe, wüßten wir nicht. Bey der Waſſerzerſetzung bliebe das Waſſer darum unverändert, weil das erſte Theilchen zwar ſeinen Waſſerſtoff abgebe, aber ſogleich von dem zweyten wieder empfange; ſo wie dieſes ihn von dem dritten und ſo fort durch die ganze Kette wieder erhalte, wo dann erſt bey dem letzten Theilchen am poſitiven Ende der Säule der frey gewordene Sauerſtoff hervortrete; und etwas Aehnliches könne hier Statt finden. Freylich frage man mit Recht, wo ſoll denn bey dieſem Prozeſſe in der Atmoſphäre jenes andere Ende der Kette liegen, wo könne es ſich unſerm forſchenden Auge und unſerer ſorgfältigen Nachforſchung ſo gänzlich entziehen? — Es möge uns wohl ſehr nahe ſeyn, ja unſer eigener Körper könnte mit zu denen gehören, die ſeinen Einfluß erlitten, ohne daß wir es deutlich bemerkten; denn wer habe bis jetzt Mittel gefunden, um zu erforſchen, ob nicht Erde, Pflanzen und Thiere anders durch die umgebende Luft afficirt wurden, während jene großen Erſcheinungen in der Atmoſphäre vorgiengen, und wer könne alſo ſagen, ob nicht an der ganzen Erdfläche, oder an den Pflanzen, oder ſelbſt an den lebenden thieriſchen Körpern jene andere Hälfte des Prozeſſes vorgehe, deſſen große Wirkungen dort oben die Augen Aller auf ſich zögen. Herr **Brandes** ſucht noch einige Erſcheinungen in der Atmoſphäre mit dieſer Hypotheſe in Verbindung zu bringen, und es ſcheint allerdings der Mühe werth zu ſeyn, dieſe Vorausſetzung durch Beobachtungen ſorgfältig zu prüfen, indem bey den Haupterſcheinungen in der Natur der galvaniſche Prozeß einer der merkwürdigſten iſt.

Rhodium (Rhodium) (N. A.) iſt ein neues Metall, welches D. **Wollaſton** in den Körnern der rohen Platina entdeckt hat. Zuerſt kann man daſſelbe aus den

rohen Platinkörnern als ein dreyfaches Salz verbunden mit Salzſäure und Natron gewinnen; dieſes Salz wird alsdann im Waſſer aufgelöſet, und das Metall mit Zink als ein ſchwarzes Pulver gefällt. In der Hitze bleibt dies Pulver ſchwarz, erhält aber vom Borax einen weißen metalliſchen Glanz, ob es gleich unſchmelzbar bleibt. Durch Schwefel oder Arſenik wird es indeſſen ſchmelzbar, und dieſe Zuſätze können nachher durch fortgeſetzte Hitze ausgetrieben werden. Das gewonnene Kügelchen iſt nicht hämmerbar. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt noch nicht bekannt, es ſcheint aber nicht über 11 zu betragen. Den Namen **Rhodium** gab ihm **Wollaſton** von dem griechiſchen Worte ῥόδον wegen der roſenrothen Farbe ſeiner Auflöſungen.

M. ſ. **Klaproth's** chemiſches Wörterbuch, Artikel **Rhodium**.

S.

Säuren (Zuſ. zu S. 290. Th. IV.). Da die Eintheilung der Säuren in drey Ordnungen, je nachdem ſie aus dem Mineral-, Pflanzen- oder Thierreiche ihren Urſprung nehmen, nicht ausreichte, ſo fieng man an, ſie in **einfache**, und in **zuſammengeſetzte** einzutheilen, und verſtand unter den erſtern diejenigen, welche aus Sauerſtoff und einem einfachen und unzerlegten Körper beſtehen, unter den zweyten aber diejenigen, welche außer dem Sauerſtoffe noch zwey oder mehrere einfache Stoffe enthalten. Die einfachen Säuren erhalten ihre Benennungen von demjenigen Körper, welcher ihre Baſis ausmacht; wie z. B. die Verbindung des Sauerſtoffs mit Schwefel; Phosphor, Chrom u. ſ. Schwefelſäure, Phosphorſäure, Chromſäure u. ſ. f. Bey den zuſammengeſetzten Säuren wird ein Theil von ihnen durch andere Säuren, oder durch Einwirkung des Feuers auf thieriſche und vegetabiliſche Subſtanzen gebildet, und ſie erhalten gewöhnlich ihre Benennung von den Körpern, aus welchen ſie gewonnen werden, wie z. B. die Eſſigſäure, Citronenſäure, Spierſäure, Weinſteinſäure u. ſ. f. **Ure** nennt aber auch dieſe

Eintheilung der Säuren ſchwankend, und ſucht ſie lieber zur leichtern und beſſern Ueberſicht unter folgende Abtheilungen und Unterabtheilungen zu bringen:

Die erſte Abtheilung enthält die Säuren aus der unorganiſchen Natur, oder ſolche, welche man ohne Vermittelung animaliſcher oder vegetabiliſcher Erzeugniſſe erhalten kann.

Die zweyte Abtheilung enthält Säuren, welche durch organiſche Thätigkeit, oder durch künſtliche Behandlung organiſcher Stoffe erzeugt werden.

Die erſte Abtheilung zerfällt in drey Familien: 1. Sauerſtoffſäuren, 2. Waſſerſtoffſäuren und 3. Säuren, die weder das eine noch das andere dieſer ſäuernden Principe enthalten.

Erſte Familie. Sauerſtoffſäuren.

Erſte Unterabtheilung. Nichtmetalliſche.

1. Die Boraxſäure (Acidum boracicum).
2. Die Kohlenſäure (Acidum carbonicum).
3. Die Chlorſäure (Acidum chloricum oxygenatum).
4. Die oxydirte Chlorſäure (Acid. Chlor.).
5. Die Chlor-Kohlenſäure (Acid. Chloroxycarbonicum).
6. Die ſalpetrige Säure (Acid. Nitrosum).
7. Die Unterſalpeterſäure (Acid. subnitricum).
8. Die Salpeterſäure (Acid. nitricum).
9. Die Jodſäure (Acid. Jodicum).
10. Die Jod-Schwefelſäure (Acid. Jodo-sulphuricum).
11. Die unterphosphorige Säure (Acid. subphosphorosum).
12. Die phosphorige Säure (Acid. phosphorosum).
13. Die Unterphosphorſäure (Acid. subphosphoricum).
14. Die Phosphorſäure (Acid. phosphoricum).
15. Die unterſchweflige Säure (Acid. subsulphurosum).
16. Die ſchweflige Säure (Acid. sulphurosum).
17. Die Unterſchwefelſäure (Acid. subsulphuricum).
18. Die Schwefelſäure (Acid. sulphuricum).
19. Die Oxycianſäure (Acid. cyanicum).
20. Die Selanſäure (Acid. selenicum).

Zweyte Unterabtheilung. Metalliſche.

1. Die Arſenikſäure (Acid. arsenicicum).
2. Die arſenige Säure (Acid. arsenicosum).

3. Die antimonige Säure (Acid. stibiosum).
4. Die Antimonſäure (Acid. stibicum).
5. Die Chromſäure (Acid. chromicum).
6. Die Tantalſäure (Acid. tantalicum).
7. Die Molybdänſäure (Acid. molybdicum).
8. Die molybdänige Säure (Acid. molybdosum).
9. Die Wolframſäure (Acid. Tungstenicum).

Zweyte Familie. Waſſerſtoffſäuren.

1. Die Flußſpathſäure (Acid. fluoricum).
2. Die Jod-Waſſerſtoffſäure (Acid. hydriodicum).
3. Die Chlor-Waſſerſtoffſäure (Acidum hydrochloricum s. muriaticum).
4. Die Eiſenblauſäure (Acid. ferro-cyanicum).
5. Die Selenium-Waſſerſtoffſäure (Acid. hydroselenicum).
6. Die Blauſtoff-Waſſerſtoffſäure (Acid. hydrocianicum s. zooticum).
7. Die Schwefel-Waſſerſtoffſäure (Acid. hydrothionicum).
8. Die Tellur-Waſſerſtoffſäure (Acid. hydrotelluricum).
9. Die Schwefelblauſäure oder Anthrakazothionſäure (Acid. hydroanthrazothionicum).

Dritte Familie. Säuren ohne Sauerſtoff oder Waſſerſtoff.

1. Die Jod-Chlorſäure (Acid. Jodo-Chloricum).
2. Die Chlor-Blauſäure (Acid. chloriocyanicum).
3. Die Flußboraxſäure (Acid. fluo-boracicum).
4. Die Kieſelflußſäure (Acid. fluo-silicicum).

Zweyte Abtheilung. — Säuren organiſchen Urſprungs.

1. Die Masholderſäure (Acidum Acericum).
2. Die Eſſigſäure (Acidum aceticum).
3. Die Amniosſäure (Acidum allantoicum s. amnioticum).
4. Die Benzoeſäure (Acidum benzoicum).
5. Die Schwammſäure (Acidum boleticum).
6. Die Butterſäure (Acidum butyricum).
7. Die Kampherſäure (Acidum camphoricum).
8. Die Käſeſäure (Acidum caseosum).
9. Die Sabadillſäure (Acidum cevadillicum s. sabadillicum).
10. Die Gallenſtein-Fettſäure (Acidum cholestearicum).
11. Die Citronſäure (Acidum citricum).
12. Die Delphinſäure (Acidum delphinicum).

13. Die Gullahſäure (Acidum Ellagicum).
14. Die Ameiſenſäure (Acidum formicum).
15. Die Pilzſäure (Acidum fungicum).
16. Die Galläpfelſäure (Acidum gallaceum).
17. Die Strychnosſäure (Acidum strychnicum).
18. Die Chinaſäure (Acidum cinicum).
19. Die Lackſäure (Acidum laccicum).
20. Die Milchſäure (Acidum lacticum).
21. Die Lampenſäure, Aetherſäure (Acidum aethericum).
22. Die Harnſäure oder Blaſenſteinſäure (Acidum uricum).
23. Die Aepfelſäure (Acidum malicum).
24. Die Mekonſäure, Mohnſäure (Acidum meconicum).
25. Die Kockelsſäure (Acidum menispermicum).
26. Die Talgſäure (Acidum sebacicum).
27. Die Syrupſäure (Acidum melassicum).
28. Die Honigſteinſäure (Acidum melilithicum).
29. Die Maulbeerholzſäure (Acidum moroxylicum).
30. Die Schleimſäure oder Milchzuckerſäure (Acidum mucosum).
31. Die Nitroleucinſäure (Acidum nitro-leucicum).
32. Die Nitroſacharinſäure (Acidum nitro-saccharicum).
33. Die Oelſäure (Acidum oleosum).
34. Die Sauerkleeſäure (Acidum oxalicum).
35. Die Purpurſäure (Acidum purpuricum).
36. Die brenzliche Harnſäure (Acidum pyro-lithicum).
37. Die brenzliche Aepelſäure (Acidum pyro-malicum).
38. Die brenzliche Weinſteinſäure (Acidum pyro-tartaricum).
39. Die roſenrothe Säure (Acidum roseum).
40. Die Fettſäure (Acidum sebacicum).
41. Die Korkſäure (Acidum subericum).
42. Die Bernſteinſäure (Acidum succinicum).
43. Die Schwefelweinſäure (Acidum deutoenothionicum).
44. Die Weinſteinſäure (Acidum tartaricum).

Von einigen der merkwürdigſten dieſer angeführten Säuren handeln eigene Artikel. Durch die großen Fortſchritte in der neuern Chemie hat man Säuren entdeckt, welche gar keinen Sauerſtoff enthalten, und dieſerwegen ſind auch dieſe hier mit aufgeführt worden.

M. ſ. Handwörterbuch der praktiſchen Chemie ꝛc. von Ure, aus dem Engliſchen überſetzt. Weimar 1824. 8. Artikel: *Acida* (Säuren).

Salmiak (Zuſ. zu S. 301. Th. IV.). Eine andere Bereitungsart des Salmiaks beſteht in folgenden: Man deſtillirt Knochen in großen Eiſenretorten, wobey der Stickſtoff und Waſſerſtoff der Knorpel, Ammoniak geben, das in der Vorlage übergeht, und mit Waſſer, brenzlichem Oel, Eſſig, Kohlenſäure, gekohltem und geſchwefeltem Waſſerſtoff gemengt iſt. Das gewonnene unreine kohlenſaure Ammoniak wird im Waſſer aufgelöſet, und mit einer Auflöſung von ſchwefelſaurem Eiſen, oder bisweilen von Alaun gemengt, wobey ſich das Ammoniak mit der Schwefelſäure verbindet, und das Eiſenoxyd oder die Thonerde ausgeſchieden wird. Hierauf wird die durchgeſeihete Löſung zur Kryſtalliſation abgedunſtet, und das kryſtalliſirte ſchwefelſaure Ammoniak mit Kochſalz gemengt, und in ſteinernen Flaſchen in einem Galeerenofen bey etwas raſchem Feuer erhitzt, wobey ſich der Salmiak in dem obern Theile der Gefäße ſublimiret, und auf dem Boden Glauberſalz zurückbleibt. Zuweilen löſet man auch das ſchwefelſaure Ammoniak mit Kochſalz im Waſſer auf und dampft es zum Kryſtalliſiren ab, wobey zuerſt der Salmiak und dann das Glauberſalz anſchießt. Der ſublimirte Salmiak kommt in zähen halb durchſichtigen Kuchen vor und iſt dann am reinſten. Den kryſtallliſirten läßt man in Zuckerhutformen abtröpfeln, ſtampft ihn dann zuſammen, und trocknet ihn; er iſt durch Glauberſalz verunreiniget und enthält Feuchtigkeit.

Salze (Zuſ. zu S. 317. Th. IV.). Ueber die Auflösbarkeit der Salze im Waſſer hat Gay-Luſſac *) eine wichtige Abhandlung bekannt gemacht. Er bemerkt zuerſt, daß die bisherige Kenntniß über die Auflösbarkeit der Salze noch ſehr mangelhaft ſey. Man ſey der gewöhnlichen Meinung, daß ſich die Salze beſſer im heißen als im kalten Waſſer auflöſen laſſen, und daß ſich einige derſelben bey einer gewöhnlich ſehr ungewiſſen Temperatur aufzulöſen pflegen. Allein gerade von dieſer Eigen-

*) Annales de chimie et de physique. To. XI. p. 296 sq.

ſchaft der Salze hiengen ihre gegenſeitige Zerſetzung, ihre Scheidung, ſo wie die verſchiedenen Verfahrungsarten für die Analyſe derſelben ab. Die Auflöſung der Salze verdiene als chemiſcher Prozeß beſondere Aufmerkſamkeit; denn wenn auch die Urſachen, durch welche ſie bewirkt werde, dieſelben ſeyn, welche andere Verbindungen erzeugten, ſo ſeyn doch ihre Wirkungen einander nicht ähnlich. Zur Beſtimmung der Salzmenge, welche vom Waſſer aufgelöſet werden kann, ſättiget man das Waſſer ganz genau mit dem Salze, deſſen Auflöslichkeit man für eine beſtimmte Temperatur wiſſen will; alsdenn wiegt man eine gewiſſe Quantität dieſer Auflöſung ab, verdunſtet ſie, und wiegt endlich den Salzrückſtand. Eine vollkommen geſättigte Auflöſung erhält man auf zweyerley Weiſe, indem man nämlich das Waſſer mit dem Salz erhitzt, und es bis zu der Temperatur wieder abkühlen läßt, deren Auflöslichkeit unbekannt iſt; oder indem man einen großen Ueberſchuß von Salz in kaltes Waſſer bringt, und allmälig die Temperatur bis zur verlangten erhöhet. In jedem Falle iſt es nöthig, daß man die endliche Temperatur wenigſtens zwey Stunden lang ohne Unterbrechung erhält und die Salzauflöſung häufig umrühret, ſo daß man der vollſtändigen Sättigung ganz verſichert ſeyn kann. Durch directe Verſuche, die mit großer Sorgfalt gemacht worden, überzeugte ſich Gay-Luſſac, daß beyde Verfahrungsarten genau daſſelbe Reſultat gaben, und daß es folglich einerley ſey, welche von beyden man anwende.

Indeſſen will D. Thompſon gefunden haben, daß das Waſſer mehr Arſenikoxyd in Auflöſung erhält, wenn es durch Abkühlung geſättiget, als wenn es mit Oxyd, ohne Erhöhung der Temperatur, in Berührung gebracht worden iſt. Allein Gay-Luſſac vermuthet, daß er zu wenig Arſenikoxyd im Verhältniſſe zum Waſſer angewendet, und beyde nicht lange genug in Berührung gelaſſen habe. Gay-Luſſac verſteht unter Sättigung in der Salzauflöſung von unveränderlicher Temperatur den

Punkt, wo das Auflöſungsmittel, immer in Berührung mit dem Salze, nichts mehr aufnehmen, und nichts mehr fahren laſſen kann. Dieſer einzige Punkt muß gewählt werden, weil er durch chemiſche Kräfte beſtimmt iſt und ſo lange beſtändig bleibt, als dieſe Kräfte beſtändig ſind. Dieſer Erklärung zu Folge iſt jede Salzauflöſung, welche ohne Veränderung der Temperatur, Salz fahren laſſen kann, nothwendig überſättiget. Im Durchſchnitt kann erweislich Ueberſättigung kein feſter Punkt ſeyn, und es iſt die Urſache, welche ſie hervorbringt, dieſelbe, welche auch das Waſſer unter der Temperatur, bey welcher es zu erſtarren pflegt, noch flüſſig erhält.

Die Reſultate, welche Gay-Luſſac aus den genauen Verſuchen über die Auflöslichkeit verſchiedener Salze gefunden hat, ſind als arithmetiſches Mittel von wenigſtens zwey Verſuchen, folgende:

Auflöslichkeit des Kaliumchlorids

Temperatur nach der 100theil. Skale	Quantität des durch 100 Theile Waſſer aufgelöſeten Chlorids
0,05°	29,21
19,35	34,53
52,39	43,59
97,58	50,93
109,60	59,26

Auflöslichkeit des Bariumchlorids

Temperatur nach der 100theil. Skale	Quantität des in 100 Theilen Waſſer aufgelöſeten Salzes
15,64°	34,86
49,31	43,84
74,89	50,94
105,48	59,58

Bey dieſen Verſuchen iſt das Bariumchlorid ganz waſſerfrey angenommen; da es aber, wenn es kryſtalliſirt, zwey Verhältniſſe Waſſer behält, 22,65, für eins des Chlorids 131,1; ſo muß man, um ſeine Auflöslichkeit mit der anderer Salze zu vergleichen, eine jede Zahl der Auflöslichkeit um dieſelbe Zahl, welche durch das Verhältniß 22,65 zu 131,1 iſt multipliciret worden, vermehren, und um eben ſo viel die Menge des Waſſers vermindern. Nach

dieſer erfolgten Verbeſſerung verändern ſich die vorigen Reſultate in folgende:

Temperatur	Salz aufgelößt in 100 Theilen Waſſer
15,64°	43,50
49,31	55,63
74,89	65,51
105,48	77,89

Auflöslichkeit des Natriumchlorids

Temperatur	Salz aufgelößt in 100 Theilen Waſſer
13,89°	35,81
16,90	35,88
59,93	37,14
109,73	40,38

Auflöslichkeit des ſchwefelſauren Kalis

Temperatur	Salz aufgelößt in 100 Theilen Waſſer
12,72°	10,57
49,08	16,91
63,90	19,29
101,50	62,33

Auflöslichkeit der ſchwefelſauren Talkerde

Temperatur	Salz aufgelößt in 100 Theilen Waſſer
14,58°	32,76
39,86	45,05
49,08	49,18
64,35	56,75
97,03	72,30

Die ſchwefelſaure Talkerde iſt hier als waſſerfrey angenommen; da ſie aber, wenn ſie kryſtalliſirt, ſieben Theile Waſſers, 79,3, für 1 Verhältniß Salz, 74,6 behält; ſo muß jede Zahl, welche die Auflöslichkeit ausdruckt, um dieſe Zahl, die durch das Verhältniß von 79,3 zu 74,6 iſt multipliciret worden, vermehrt, und die correſpondirende Menge Waſſers um eben ſo viel vermindert werden. Daher erhält man für die Auflöslichkeit der kryſtalliſirten ſchwefelſauren Talkerde folgende Reſultate:

Temperatur	kryſtalliſirtes Salz aufgelößt in 100 Theilen Waſſer
14,58	103,69
39,86	178,34
49,08	212,61
64,35	295,13
97,03	644,44

Dieſe Reſultate ſind nicht mehr den Temperaturen proportional; ſie nehmen in einem weit größern Verhältniſſe zu.

Auflöslichkeit des ſchwefelſauren Natrons

Temperatur	Salz aufgelößt in 100 Theilen Waſſer waſſerfreyes	kryſtalliſirtes
0,00°	5,02	12,17
11,67	10,12	26,38
13,30	11,74	31,33
17,91	16,73	48,28
25,05	28,11	99,48
28,76	37,35	161,53
30,75	43,05	215,77
31,84	47,37	270,22
32,73	50,65	322,12
33,88	50,04	312,11
40,15	48,78	291,44
45,04	47,81	276,91
50,40	46,82	262,35
59,79	45,42	
70,61	44,35	
84,42	42,96	
103,17	42,65	

Man ſieht aus dieſen Reſultaten, daß die Auflöslichkeit des ſchwefelſauren Natrons nach einem beſondern Geſetze fortſchreitet. Nachdem ſie ohngefähr bis 33° ſehr raſch zugenommen hat, und daſelbſt zu ihrem Maximum gekommen iſt, nimmt ſie bis 103,17° wieder ab, und iſt bey dieſer Temperatur ziemlich wieder dieſelbe, wie bey 30,5°. Das ſchwefelſaure Natron giebt das zweyte Beyſpiel eines Körpers, deſſen Auflöslichkeit abnimmt, wenn die Temperatur zunimmt. Dieſelbe Eigenſchaft hat bereits **Dalton** am Kalke wahrgenommen.

Auflöslichkeit des ſalpeterſauren Baryts

Temperatur	Salz aufgelößt in 100 Theilen Waſſer
0,00°	5,00
14,95	8,18
17,62	8,54
37,87	13,67
49,22	17,07
52,11	17,97
73,75	25,01
86,21	29,57
101,65	35,18

Auflöslichkeit des Salpeters

Temperatur	Salz aufgelößt in 100 Theilen Waſſer
0,000°	13,32
5,01	16,72
11,67	22,23
17,91	29,31
24,94	38,40
35,13	54,82
45,10	74,66
54,72	97,05
65,45	125,42
79,72	169,27
97,66	236,45

Auflöslichkeit des chlorſauren Kalis

Temperatur	Salz aufgelößt in 100 Theilen Waſſer
0,000°	3,33
13,32	5,60
15,37	6,03
24,43	8,44
35,02	12,35
49,08	18,96
74,89	35,40
104,78	60,24

Die Veränderungen, welche verſchiedene Salze in der atmoſphäriſchen Luft erfahren, ſind von zweyerley Art: einige verwittern, und andere zerfließen. Cadet *) hat hierüber mehrere Verſuche angeſtellt, woraus ſich ergab, daß das Verwittern ſo wenig wie das Zerfließen mit den Veränderungen der Atmoſphäre zuſammenhangen. Die Zahl der zum völligen Verwittern nöthigen Tage ſteht mit der Menge des Waſſers, das ſie enthalten, und der Oberfläche, welche ſie der umgebenden Luft darbieten, im Verhältniſſe. Beym Zerfließen der Salze aber ſteht die Dauer der Abſorption des Waſſers von jedem Salze nicht mit der Menge deſſelben im Verhältniſſe; auch läßt ſich über die Stärke der Anziehung nicht nach der Schnelligkeit urtheilen, womit die Verbindung erfolget. Selbſt von dem Verhältniß der Säure zur Baſis fand Cadet die Zerfließlichkeit der Salze unabhängig. Eben ſo wenig als das Verhältniß der Säuren und Grundlagen in den Salzen, gab auch die beſondere Natur der Säuren über die Erſcheinung des Zuſtandes der Salze

*) Journal de physique Tom. LX. p. 291 sq. überſ. in Schweigger's Journ. für Chemie u. Phyſ. B. I. S. 119 f.

Aufklärung: denn man findet zerfließliche Salze, deren Beſtandtheile keine vorzügliche Anziehung zum Waſſer haben, wie die ſalpeterſaure Alaunerde, dagegen das ſchwefelſaure Natrum verwittert, obgleich die concentrirte Schwefelſäure und das kauſtiſche Natrum, jedes für ſich, die Feuchtigkeit anziehen. Auch hier findet der Grundſatz der Chemie Statt, daß die Gemiſche ganz eigene, und von den ihrer Miſchungstheile verſchiedene, Eigenſchaften beſitzen.

Die wenig zerfließlichen Salze zeigten eine eigene Erſcheinung. Die ſaure ſchwefelſaure Alaunerde und die ſaure Phosphorſaure Kalkerde, nahmen am Gewicht bald zu, bald ab. Das ſalzſaure Kupfer nahm 45 Tage ab, ehe es zunahm. Dieſe Schwankungen und Rückſchritte erfolgen nun eine Zeit lang, und wenn das Salz erſt eine gewiſſe Menge Waſſer eingeſogen hat, entſteht, bis zur völligen Sättigung, ein, wenn auch nur langſam fortſchreitender Gang.

Cadet giebt folgende Tafel der zerfließenden Salze, in Folge der Größe ihrer Anziehung, nach der Menge des abſorbirenden Waſſers: die Menge jedes Salzes betrug 28 Gran

	Zahl der Tage in welchen ſie ſich ſättigen	Abſorbirtes Waſſer
Eſſigſaure Kalkerde	146	700
Salzſaure Kalkerde	124	684
Salzſaures Manganes	105	629
Salpeterſaures Manganes	89	527
Salpeterſaures Zink	124	495
Salpeterſaure Kalkerde	147	448
Salzſaure Talkerde	139	441
Salpeterſaures Kupfer	128	397
Salzſaures Antimon	124	388
Salzſaure Alaunerde	149	342
Salpeterſaure Alaunerde	147	300
Salzſaures Zink	76	294
Salpeterſaures Natrum	137	257
Salpeterſaure Talkerde	73	207
Eſſigſaure Alaunerde	104	202
Saure ſchwefelſaure Alaunerde	121	202
Salzſaures Wismuth	114	174
Saure phosphorſaure Kalkerde	93	155
Salzſaures Kupfer	119	148

Durch den Galvanismus können alle Salze zerſetzt werden, wenn man ſie angefeuchtet oder aufgelößt der Wirkung einer hinreichend ſtarken Säule ausſetzt. Nach der Natur des Salzes wird ſich die Grundlage im oxydirten oder reducirten Zuſtande nach dem negativen Pole, die Säure, und wenn die Grundlage reduciret wurde, auch der mit ihr verbundene Sauerſtoff, ſich nach dem poſitiven Pole hinbegeben.

Salzſäure (Zuſ. zu S. 320. Th. IV.). **Brugnatelli** *) hat folgende ſehr einfache Art angegeben, reine Salzſäure mit Leichtigkeit zu gewinnen. Man füllt einen ſteinernen Krug zur Hälfte mit Kochſalz an, und verſchließt die Oeffnung deſſelben mit einem Pfropf von Speckſtein, Meerſchaum oder Graphittiegelmaſſe, worin vorher zwey Löcher für zwey Röhren ſind gemacht worden. In dieſe Löcher wird ein Sicherheitsrohr und eine in einem etwas ſpitzigen Winkel gebogene Glasröhre eingeſetzt, deren längeres Ende 5 bis 6 Zoll hat. Der Pfropf wird mit einem Kitt aus Leinölfirniß und Thon befeſtiget, und die Röhren ſelbſt werden mit dieſem Kitte eingeſetzt. Der längere Schenkel des in einem Winkel gebogenen Rohres wird mittelſt eines guten Korks in eine kleine tubulirte Vorlage eingepaßt, aus deren Tubulus eine zweyte, ebenfalls mit Kork eingepaßte, niederwärts gebogene Glasröhre das Gas in eine mit Waſſer gefüllte Flaſche hinab leitet, welche beſtändig eiskalt erhalten wird. 100 Theile Kochſalz verlangen 84 Theile Schwefelſäure von 1,85 ſpecifiſchem Gewichte. Dieſe Säure wird durch die Sicherheitsröhre in kleinen Theilen von $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{5}$ Pfund einzeln zugeſetzt, weil ſonſt im Anfange der Arbeit leicht der Fall eintritt, daß bey Entwickelung des ſalzſauren Gaſes die Maſſe überſteigt und das Ableitungsrohr verſtopft.

Der ſteinerne Krug wird in eine eiſerne Kapelle mit Sand ſo tief eingefüttert, als inwendig das Salz geht;

---

*) Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XV. S. 456 ff.

am beſten thut man, die Säure an einen Tag zuzuſetzen und den folgenden Tag frühzeitig den Anfang mit dem Feuern zu machen, und damit dann ununterbrochen fortzufahren, bis kein Gas mehr übergeht. Dazu werden bey einer Vorrichtung, die etwa 6 Pfund Salz enthält, 18 bis 20 Stunden Zeit erfordert. Das Feuer braucht nicht ſtark zu ſeyn, aber anhaltend, damit die Hitze gehörig mitten in die Maſſe dringen kann.

(Zuſ. z. S. 700. Th. VI.). Ueber die eigentliche Beſchaffenheit der Salzſäure haben ſich die Chemiker in zwey verſchiedene Parteien getheilt. Nach der einen iſt die Salzſäure eine Sauerſtoffſäure, nach der andern aber eine Waſſerſtoffſäure. Betrachtet man ſie als eine Sauerſtoffſäure, ſo kann ſie ſich nach den neuern Erfahrungen mit größern Mengen von Sauerſtoff verbinden. Sie läßt ſich in 5 verſchiedenen Stufen überoxydiren, von welchen die beyden, die zunächſt auf die Säure folgen, alle Kennzeichen einer Säure entbehren, und dagegen die meiſten Merkmale der Superoxyde beſitzen; von den drey folgenden Stufen haben die erſte die Eigenſchaft einer unvollkommenen; die zweyte und dritte aber die der vollkommenen Säuren. Die fünf verſchiedenen Abſtufungen ſind folgende:

1. Das **Superoxydul** der **Salzſäure**, oder die von den älteren Chemikern benannte **dephlogiſtiſirte Salzſäure** wovon der folgende Artikel handeln wird.

2. Das **Superoxyd** der **Salzſäure**, welches im Jahre 1811. von Hum. Davy entdeckt wurde. Es iſt dieſes Superoxyd eben ſo, wie das Superoxydul eine beſtändige Gasart, und wird gewonnen, wenn man ſalzſaures Kali ungefähr mit zweymal ſo viel, als zu deſſen Bedeckung erforderlich iſt, von einem Gemenge aus gleichen Maastheilen Salzſäure und Waſſer übergießt. Wird dieſes Gemenge ſehr gelind im Waſſerbade erwärmt, ſo entwickelt ſich daraus das Superoxyd in Gasgeſtalt, und muß über Queckſilber aufgefangen werden, weil es vom Waſſer abſorbirt wird. Es hat daſſelbe eine tiefer dunkel-

gelbe Farbe als das Superoxydul und einen unbehaglichen ſtechenden Geruch, wie im Gemenge von ſalpetrichter Säure mit Salzſäure-Superoxydul. Davy vergleicht ihn mit dem Geruche des gebrannten Zuckers. Nach Davy's Beſtimmung iſt das ſpecifiſche Gewicht dieſes Gaſes 2, 4.

Dieſes Gas beſitzt die beſondere Erſcheinung, daß es bey einer Erhitzung zwiſchen + 34° und + 40° mit Feuererſcheinung und einem ſtarken Knalle ſich entzündet, ohne daß ein anderer fremder Körper dazu mitzuwirken braucht. Nach der Exploſion hat ſich dieſes Gas bey der Abkühlung bis zu ſeiner vorigen Temperatur um $\frac{1}{5}$ ſeines urſprünglichen Volumens ausgedehnt, und beſteht nun aus $\frac{2}{3}$ gasförmigen Superoxydul und $\frac{1}{3}$ Sauerſtoffgas, ſo daß aus 100 Theilen Superoxydgas 120 Theile werden, welche aus 80 Theilen Superoxydul und 40 Theilen Sauerſtoffgas beſtehen. Weil dies Gas mit außerordentlicher Leichtigkeit explodirt, ſo muß damit äußerſt vorſichtig umgegangen werden. Nach den Unterſuchungen des Herrn Berzelius ergiebt ſich, daß die Salzſäure im Superoxyde mit zweymal ſo viel Sauerſtoff, als im Superoxydule verbunden iſt.

3. Die oxydirte ſalzigte Säure. In den neueren Zeiten hatten die Chemiker die Vermuthung geäußert, daß die bleichende Flüſſigkeit, die man erhält, wenn alkaliſche Auflöſungen Salzſäure-Superoxydul aufnehmen, im Salz von einer bis dahin unbeachteten Verbindung der Salzſäure mit Sauerſtoffe ſey, welche mehr Sauerſtoff, als das Superoxyd, und weniger als die oxydirte Salzſäure enthalten möchte. Dieſe Verbindung wurde in ihrer iſolirten Geſtalt vom Grafen Stadion in Wien und von Hum. Davy in London im Jahre 1814. entdeckt. Bey der gewöhnlichen Wärme der atmoſphäriſchen Luft bildet die oxydirte ſalzigte Säure eine beſtändige Gasart, von einer weit dunkler gelben Farbe als das Gas des Superoxyds. Man gewinnt ſie, wenn man vorſichtig oxydirt alzſaures Kali entweder mit concentrirter Schwefelſäure

oder mit concentrirter Salpeterſäure, deſtillirt. Es hat dies Gas einen eigenthümlichen, von dem Geruche des Superoxyduls beſtimmt verſchiedenen Geruch und bringt die Symptome des Schnupfens und Katarr'hs weniger heftig, als dieſes hervor. Im Dunkeln kann es aufbewahrt werden, ohne daß es ſich zerſetzt, im Sonnenſcheine aber wird es mit Erweiterung ſeines Umfanges zerlegt, und in Superoxydul und Sauerſtoffgas verwandelt. Beym Erhitzen oder Durchſchlagen des elektriſchen Funkens erfolget die Zerſetzung augenblicklich mit Erſcheinung von Feuer und einer gewaltſamen Exploſion.

4. Oxydirte Salzſäure. Man hatte ſonſt wohl dieſen Namen der dephlogiſtiſirten Salzſäure gegeben; allein Berzelius bemerkte, daß die oxydirte Salzſäure alle Kennzeichen einer Säure beſitzt, welches bey der dephlogiſtiſirten Salzſäure oder dem Superoxydul der Salzſäure nicht der Fall iſt. Berthollet fand zuerſt, daß dieſe unvollkommene Säure aus dem Superoxydul der Salzſäure durch Zerſetzung gewonnen werde. Späterhin entdeckte aber Gay-Luſſac, daß ſie unzerlegt erhalten werden kann, wenn oxydirt ſalzſaure Baryterde in Waſſer aufgelößt und die Baryterde aus dieſer Auflöſung genau mit der dazu erforderlichen Menge Schwefelſäure niedergeſchlagen, nachher aber das Flüſſige filtrirt und durch vorſichtiges Abdampfen concentrirt wird. Dadurch erhält man eine Flüſſigkeit von ölartiger Conſiſtenz von ſcharfem und rein ſaurem Geſchmack, welche das Lackmuspapier röthet, ohne es zu bleichen, die Farbe des in Schwefelſäure aufgelöſeten Indigs nicht verändert, vom Sonnenlicht gar nicht, oder doch höchſt langſam zerlegt und durch den Zutritt der Luft nicht verändert wird. Nach Hum. Davy iſt die durch Schwefelſäure aus dem Barytſalze abgeſchiedene oxydirte Salzſäure noch nicht in unverbundenem Zuſtande erhalten worden.

5. Ueberoxydirte Salzſäure. Es hat der Graf Stadion entdeckt, daß es außer den angeführten Ver-

bindungen noch eine giebt, die eine noch größere Menge Sauerſtoff, als die oxydirte Salzſäure enthält. Nach Stadion gewinnt man ſie, wenn man auf jeden Gran des oxydirt ſalzſauren Kali's 3 bis 4 Gran einer völlig concentrirten Schwefelſäure anwendet, und, nachdem die Säure auf das Salz aufgegoſſen worden und die heftigſte Wirkung vorüber iſt, das Gemenge ſo lange gelinde erwärmt, bis es die von der oxydirt ſalzigten Säure herrührende gelbe Farbe verlohren hat. Die erkaltete Salzmaſſe wird alsdenn mit kochendem Waſſer aufgelößt, und dem Kryſtalliſiren überlaſſen; hiebey ſchießt zuerſt die Verbindung der neuen Säure mit Kali an, welche noch einige Male umkryſtalliſirt werden muß, um ſie von allem anhangenden ſchwefelſauren Kali zu befreyen.

Bey der Vorausſetzung, daß die Salzſäure eine Sauerſtoffſäure iſt, und dieſelbe aus einem hypothetiſchen Radikal (Murium) verbunden mit Sauerſtoff zuſammengeſetzt iſt, ergeben ſich in den beſchriebenen Verbindungen, nach Gewichtstheilen gerechnet, folgende Verbindungen:

	Radikal,	Sauerſtoff
Salzſäure	41,63	58,37
Superoxydul	32,23	67,77
Superoxyd	26,92	73,71
Oxydirte ſalzigte Säure	19,21	80,79
Oxydirte Salzſäure	15,13	84,87
Ueberoxydirte Salzſäure nach Stadion	12,48	87,82

Da die Erſcheinungen, welche die Salzſäure in Verbindung mit andern Stoffen hervorbrachte, bisher noch außerordentlich hypothetiſch und nicht leicht erklärbar waren, ſo unternahmen es die Herren Gay-Luſſac und Thenard mehrere Verſuche über die Salzſäure und das Salzſäure-Superoxydul anzuſtellen, welche im Jahre 1809 dem National-Inſtitute bekannt gemacht wurden. Vermöge derſelben nahmen ſie an, daß alle bisher bekannten Erſcheinungen der Salzſäure und ihres Superoxyduls auf eine leichte Art ſo erklärt werden könnten, daß man das Su-

peroxydul als einen einfachen Körper, und das gemeine ſalzſaure Gas als eine Verbindung dieſes einfachen Körpers mit Waſſerſtoff betrachtete. Sie ſtützten ihre Meynung darauf, daß das Salzſäure-Superoxydul von der Kohle nicht zerſetzt werde. Hum. Davy fand ſogar, daß dies Superoxydul, ſelbſt bey der höchſten Temperatur von der Kohle nicht zerſetzt werde, und folgerte daraus, daß es keinen Sauerſtoff enthalten könne, ſondern vielmehr ein einfacher Körper ſey, welcher von ihm Chlorine (von dem griechiſchen Worte χλωρος, blaßgrün) genannt, nachher aber durch Chlor ausgedruckt wurde.

Wenn nach dieſer neuen Anſicht das Superoxydul als ein einfacher Stoff, als Chlor, betrachtet wird, ſo erhalten hienach die Zuſammenſetzungen der Säuren und Superoxyde der Salzſäure folgende Benennungen: **Chloroxyd, Chlorichte Säure, Chlorſäure** und **oxydirte Chlorſäure.** Die Entſtehung der Chlorſäure, wenn Chlor mit einer Grundlage, z. B. Kali, in Verbindung kommt, wird alſo erklärt; das Chlor ſtrebt ſich mit einem Antheil des metalliſchen Radikals, d. h. des Kaliums, zu verbinden, treibt aber den Sauerſtoff davon aus, welcher ſich mit einem andern Antheil Chlor zu chlorichter Säure oder zu Chlorſäure vereinigt, welche wiederum mit noch unzerlegtem Kali zu chlorſaurem Kali ſich verbindet.

Dieſer neuen Lehre zu Folge kann es daher auch nicht ſalzſaure Salze geben, weil die Salzſäure eine Verbindung von Chlor und Waſſerſtoff iſt. Verbindet ſie ſich mit andern Oxyden, z. B. mit Kali, Natron, Baryterde u. ſ. f. ſo wird das Alkali oder die Erde zerlegt und durch den Waſſerſtoff der Salzſäure zu Metall reducirt, das ſich mit dem Chlor verbindet. Es iſt daher das Kochſalz oder das ſalzſaure Natron nicht eine Verbindung einer oxydirten Salzbaſis mit einer

Sauerſtoffſäure, ſondern es iſt Chlor Natrium, dem Phosphor- und Schwefel-Natrium ähnlich.

Da in den ſpätern Zeiten mehrere mit dem Chlor analoge Körper, z. B. das Jod u. ſ. f. ſind entdeckt worden, und Waſſerſtoffſäuren darſtellen, deren Natur nur durch eine mit dieſer vollkommen analogen Anſicht erklärt werden kann, ſo hat dadurch die Einfachheit des Chlors an Wahrſcheinlichkeit außerordentlich gewonnen.

Salzſäure, dephlogiſtiſirte (Zuſ. z. S. 700. Th. VI.). Die ältere Anſicht, daß dieſe Subſtanz eine Sauerſtoffſäure ſey, iſt vorzüglich im Jahre 1808 von Hum. Davy heftig beſtritten worden. Schon hatten die Herren Gay-Luſſac und Thenard in einer eigenen Arbeit über die Salzſäure und das Salzſäure-Superoxydul den Gedanken geäußert, daß das Superoxydul eine einfache Subſtanz ſeyn könne; allein es ſchien ihnen anfänglich doch wahrſcheinlicher, daß das Superoxydul eine ſalzſaure Subſtanz, und ein zuſammengeſetzter Körper ſey. Thenard behauptete noch im Jahre 1816, daß dieſe Subſtanz aus Salzſäure und Sauerſtoff zuſammengeſetzt ſey. Davy hatte dagegen das Salzſäure-Superoxydul ſeinen meiſterhaften Verſuchen zu Folge als eine einfache Subſtanz angenommen. Es wurde nämlich daſſelbe von ihm den ſtärkſten Zerſetzungsmitteln ausgeſetzt; allein es war nicht möglich ein Reſultat zu erhalten, welches ihm zu ſchließen berechtigt hätte, daß es ein zuſammengeſetzter Körper ſey. Er gab daher demſelben den Namen der Chlorine, welcher nachher kurz durch Chlor iſt bezeichnet worden. Obgleich H. Davy durch ſeine Verſuche dargethan zu haben ſchien, daß das Superoxydul eine einfache Subſtanz ſey, ſo ſuchten doch noch die meiſten Chemiker in einer Zeit von etwa ſechs Jahren die Meynung zu vertheidigen, daß es kein einfacher, ſondern vielmehr ein zuſammengeſetzter Körper ſey. Nachdem aber die Jodine oder das Jod entdeckt wurde, worüber Gay-Luſſac eine meiſterhafte Arbeit unternommen hatte, ſo erklärte ſich derſelbe auch be-

ſtimmt für die von Davy vorgetragene neue Lehre über das Salzſäure-Superoxydul *).

Die merkwürdigſten Verſuche, aus welchen H. Davy ſchloß, daß das Chlor ein einfacher Körper ſey, ſind folgende. Er ſetzte das Chlor der Wirkung vieler einfacher brennbarer Körper und eben ſo auch der Wirkung der Metalle aus. Aus den entſtandenen Zuſammenſetzungen ſuchte er den Sauerſtoff durch die ſtärkſten Verwandſchaftskräfte, und durch den mächtigſten Galvanismus auszuſcheiden, allein ohne allen Erfolg, wie folgende Verſuche erweiſen.

Bringt man in ein luftleeres Gefäß, welches Zinn enthält, Chlor, erhitzt ferner das Zinn gelinde, und wendet das Chlor in gehöriger Menge an, ſo verſchwindet das Zinn und das Chlor, und es bildet ſich eine klare Flüſſigkeit, ganz dieſelbe wie der liquor Libavii. Iſt nun dieſe Subſtanz eine Verbindung von Salzſäure und Zinnoxyd, ſo muß letzteres durch Ammonium von ihr geſchieden werden. H. Davy miſchte über Queckſilber Ammoniakgas zu einer geringen Menge des liquor Libavii; das Gas wurde mit großer Hitze abſorbirt, und kein Gas erzeugt; es entſtand ein feſter Körper, von mattweißer Farbe. Um zu erfahren, ob derſelbe Zinnoxyd enthielt, wurde ein Theil davon erhitzt, aber er verflüchtigte ſich ganz in dicken ſtehenden Dämpfen.

Ein anderer Verſuch mit großer Sorgfalt angeſtellt bewies, daß der liquor Libavii durch Ammonium nicht zerſetzt wurde, ſondern daß er mit demſelben eine neue Verbindung eingeht.

H. Davy präparirte eine beträchtliche Menge der feſten Zuſammenſetzung des Chlors und des Phosphors durch Verbrennung, und ſättigte ſie mit Ammonium, indem er ſie in einem mit Ammoniakgas gefüllten Recipienten erhitzte. Es wurde hierdurch eine ſehr große Hitze er-

*) Annales de chemie To. XCI. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLIX. S. 315 ff.

zeugt, und das Reſultat war ein weißes undurchſichtiges Pulver. In der Vorausſetzung, daß dieſe Subſtanz aus trocknem ſalzſauren und phosphorſauren Ammonium beſtehe, glaubte er Phosphorſäure zu erhalten, wenn er dieſelbe glühend werden laſſe. Er brachte daher einen Theil dieſes Pulvers in eine Röhre von grünem Glas, und machte ſie mittelſt einer Spirituslampe, außer der Berührung der Luft, rothglühend. Zu ſeinem großen Erſtaunen aber fand er, daß die Subſtanz nicht im geringſten flüchtig, eben ſo wenig bey dieſem Wärmegrade zerſetzbar ſey, und keine gasförmige Subſtanz erzeuge.

Wirkt Chlor auf ein ziemlich gleiches Volumen Waſſerſtoff, ſo entſteht zwiſchen beyden eine Verbindung, deren Reſultat Salzſäuregas iſt. Wird auf Salzſäuregas mit Queckſilber oder einem andern Metalle gewirkt, ſo wird das Chlor durch die größere Verwandtſchaft des Metalls dem Waſſerſtoff entzogen, und es entſteht ein Chlorid, ganz dem ähnlich, was man durch Verbrennung gewinnt.

Davy ließ ſtarke Schläge einer Elektriſirmaſchine mittelſt Platinaſpitzen mehrere Stunden lang nach einander durch Chlor gehen; es ſchien aber nicht die geringſte Veränderung an ſelbiger bemerkbar.

Er elektriſirte Chlorphosphor und Schwefel einige Stunden lang mit einem Volta'ſchen Apparate von 1000 Paar Platten. Gas wurde nicht abgeſchieden, ſondern bloß eine geringe Menge Waſſerſtoff, welche er der im Apparat ſich befindenden Feuchtigkeit zuſchrieb. Bey einigen ſeiner neueſten Verſuche mit 2000 Paar Platten angeſtellt, und mit Platindrähten, wo das zur Sperrung der Flüſſigkeit benutzte Queckſilber ſorgfältig gekocht worden war, erzeugte ſich nicht die geringſte permanent elaſtiſche Subſtanz.

Ueberhaupt zog Davy aus allen ſeinen Verſuchen folgende allgemeine Schlüſſe: Chlorgas verbindet ſich mit brennbaren Körpern bloß zu zweyfachen Zuſammenſetzungen, und wenn es in dieſen Fällen auf Oxyde wirkt,

ſo bewirkt es entweder die Austreibung ihres Sauerſtoffs oder veranlaßt denſelben, neue Verbindungen einzugehen.

Wenn im Chlorgas irgend eine ſaure Subſtanz ſich befände, ſo müßte ſie ſich offenbaren in der flüſſigen Zuſammenſetzung von einem Verhältniſſe Phosphor und zwey Verhältniſſen Chlor; denn dieſe Zuſammenſetzung müßte in dieſem Falle aus Salzſäure und phosphoriger Säure beſtehen; aber dieſe Subſtanz zeigt keine Wirkung auf Lackmuspapier und wirkt unter gewöhnlichen Umſtänden eben ſo wenig auf feuerbeſtändige alkaliſche Baſen, wie z. B. auf trockenen Kalk oder Talkerde. Chlorgas muß, gleich dem Sauerſtoff, in einer großen Menge mit eigenthümlichen brennbaren Subſtanzen verbunden werden, wenn ſie ſauer werden ſollen. Mit Waſſerſtoff verbunden röthet es, wiewohl im gasartigen Zuſtande, das trockneſte Lackmuspapier.

Verbrennt man Kalium in Chlorgas, ſo erhält man eine trockene Zuſammenſetzung. Wendet man Kalium das mit Sauerſtoff verbunden iſt, dazu an, ſo wird der ganze Sauerſtoff ausgetrieben, und es entſteht dieſelbe Zuſammenſetzung.

Aus allen dieſen und mehreren andern Verſuchen ſchloß nun H. Davy, daß die dephlogiſtiſirte Salzſäure keinesweges zuſammengeſetzt, ſondern vielmehr eine einfache Subſtanz ſey, welche mit brennbaren Körpern Verbindungen eingeht, in ihren Eigenſchaften und Verbindungskräften ähnlich den Säuren, welche Sauerſtoff oder Oxyde enthalten, und von ihnen wieder dadurch unterſchieden, daß ſie meiſtentheils durch Waſſer zerſetzbar ſind. In dieſer Hinſicht könnte die Salzſäure Waſſerſtoff zur Grundlage haben, und das Chlor als ihr ſäuerndes Princip betrachtet werden. Das Phosphorſublimat hätte dann Phosphor zur Grundlage und das Chlor wäre das ſäuernde Princip. Der liquor Libavii und die Verbindungen des Arſeniks mit Chlor mußten als ähnliche Körper betrachtet werden. Die Verbindungen des Chlors mit Bley, Silber, Queckſilber, Kalium und Natrium wären, von

dieſem Standpunkte aus, als eine Claſſe von Körpern zu betrachten, welche in Hinſicht ihrer Verwandtſchaftskräfte mehr zu den Oxyden, als zu den Säuren gehörten.

Gegen dieſe neue Lehre haben aber andere ebenfalls ſehr geachtete Chemiker erhebliche Einwendungen gemacht, und die ältere aufrecht zu erhalten geſucht. Unter dieſen ſtehen die Herrn **Murray** und **Berzelius** an der Spitze. **Murray** [α]) ſuchte zu zeigen, daß ſich alle Erſcheinungen, welche man anführt, um die Einfachheit des Chlors zu erweiſen, eben ſo gut nach der ältern Theorie erklären laſſen. Allein eine genaue Prüfung der von **Murray** angeführten Gründe hat ergeben, daß dadurch die neue Theorie nicht wiederlegt worden iſt.

Berzelius [β]) hat verſucht, die ältere und neuere Meynung über die Natur des Salzſäure-Superoxyduls in einer gehaltreichen Abhandlung mit einander zu vergleichen. Er erklärt ſich ganz gegen die neuere Anſicht. Sein Hauptargument iſt dieß: die neue Lehre ſtimmt weder mit der elektriſch-chemiſchen Theorie, noch mit der Lehre der Verwandtſchaften noch mit der Lehre der beſtimmten Miſchungsverhältniſſe. Sie paßt alſo im allgemeinen nicht zu dem übrigen chemiſchen Lehrgebäude, in ſo fern man unter dieſem eine Reihe zuſammenhängender Erörterungen verſteht, von welcher keine der andern widerſpricht. Wer aber keinen Grund hat, die allgemeine chemiſche Theorie als falſch zu betrachten, muß Lehren, die mit ihr nicht übereinſtimmen, als unrichtig verwerfen. In ſeiner neuen Ausgabe des Lehrbuchs der Chemie bemerkt er indeſſen, daß beyderley Erklärungen die Erſcheinungen in Bezug auf die übrige chemiſche Theorie gleich wahrſcheinlich darſtellten, nur ſcheine ihm immer noch die Anſicht, daß die Salzſäure eine Sauerſtoffſäure ſey, entſchiedene Vorzüge vor der Chlortheorie zu haben.

α) A ſyſtem of Chimistry by *Io. Murray*. Vol. II. p. 633 ſqq. Elements of Chimistry by *Io. Murray*. Vol. I. p. 485 ſqq. *Thomſon's* Annals of nat. philoſophy N. XX. p. 157.

β) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. L. S. 356 ff.

Noch neuere Bemerkungen über die verſchiedenen Anſichten der gemeinen und der dephlogiſtiſirten (oxydirten) Salzſäure führt der Herr Prof. Fiſcher [α]) zu Breslau an. Auch nach dieſem laſſen ſich alle bis jetzt bekannt gewordene Erſcheinungen nach beyden Theorien genügend erklären; allein manche unbezweifelt natürlicher nach der neuen, z. B. die, welche die Verbindungen mit dem Stickſtoff, mit dem Schwefel und dem Phosphor hervorbringen, ſo wie dagegen andere natürlicher nach der alten, wie beſonders die der Verbindungen mit den Metallen, oder der Chloride. Außerdem bezögen ſich beyde Theorien auf Analogien mit andern Körpern, die aber immer noch günſtiger für die alte, als für die neue Anſicht, ſprächen, wovon Herr Fiſcher mehrere Betrachtungen anführt.

Einen neuen entſcheidenden Beweis für die zuſammengeſetzte Natur des Chlors wollte der Herr D. Sertüner [β]) zu Hameln gefunden haben. Er glaubte, daß es ihm gelungen ſey, geglühetes Kochſalz, oder das ſogenannte Chlor-Natronium, durch trockene Schwefelſäure (welche bekanntlich in federartigen weißen Kryſtallen erſcheint, und ſehr flüchtig iſt) in ſalzſaures Gas und ſchwefelſaures Natron zu verwandeln. Der Herr Hofr. u. Rit. Doebereiner [γ]) bemerkt aber, daß, wenn auch der Verſuch des Herrn D. Sertüner ſich beſtätigen ſollte, wie dieſerhalb die Chlortheorie doch nicht aufzugeben hätten; denn man werde fragen dürfen, ob das pneumatiſche Reſultat dieſer Zerſetzung nicht etwa eine Verbindung von ſchweflichter Säure mit Chlor ſey? welche die Eigenſchaft beſitze, durch Einwirkung von Waſſer in Schwefelſäure und Salzſäure zu zerfallen.

Bey allen dieſen Bemühungen der Chemiker ſcheint daher die Natur der Salzſäure noch nicht gänzlich auf-

---

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXX. S. 363 ff.
β) Ebendaſelbſt. B. LXXII. S. 109.
γ) Ebendaſelbſt. B. LXXII. S. 331.

geklärt zu ſeyn, obgleich die neuere Anſicht der Chlortheorie bey den jetzigen Chemikern mehr Eingang gewinnt.

M. ſ. Supplemente zu dem chemiſchen Wörterbuche von Klaproth. B. I. Artik. Chlorine. Handwörterbuch der praktiſchen Chemie von A. Ure, Weim. 1824, Artik. Chlorine.

Säureſtoff, Sauerſtoff (Zuſ. z. S. 363. Th. IV.). Daß dieſer Stoff einer der merkwürdigſten unter allen uns bekannten iſt, iſt bereits im Artikel angezeigt worden; er macht einen weſentlichen Beſtandtheil aller organiſchen Körper und ihrer Theile, und auch faſt aller unorganiſchen Körper, verbindet ſich mit allen übrigen Stoffen ohne Ausnahme, und ſpielt in der Natur eine der wichtigſten Rollen.

Man hatte bisher angenommen, daß alle jene Sauerſtoffverbindungen, welche im Waſſer unauflöslich waren, und mithin auch keinen ſauren Geſchmack, und in den meiſten Fällen keinen metalliſchen Glanz beſaßen, und auf die Pigmente der Pflanzen keine Wirkung zeigten, mit dem Namen Oxyde belegt wurden, wie z. B. Eiſenoxyd, Kupferoxyd u. ſ. w. Da aber in der Folge entdeckt wurde, daß auch die Alkalien und Erdarten aus Sauerſtoff und andern Stoffen zuſammengeſetzt, und mithin ebenfalls Oxygenverbindungen ſind, ein großer Theil derſelben aber, z. B. das Kaliumoxyd, Lithumoxyd, Sodiumoxyd, Calciumoxyd, Bariumoxyd und Strontiumoxyd im Waſſer auflöslich iſt, einen eigenthümlichen ſcharfen Geſchmack und die Fähigkeit beſitzt, die meiſten blauen Pflanzenpigmente, z. B. das Pigment der Veilchen, der Kornblume u. ſ. in grüne, und mehrere rothe Pigmente der Pflanzen z. B. das des Lackmus und des Fernambuckholzes in blaue, und mehrere gelbe Pigmente, als z. B. das der Curcunel und der Rhabarbar in braune umzuwandeln; ſo mußte jene Erklärung natürlich unnütz werden. Man hat daher in der Folge die Oxygenverbindungen aus mancherley hypothetiſchen Vorausſetzungen

zu erklären geſucht, welche aber insgeſammt mit mehrern oder wenigern Mängeln behaftet ſind.

Nach Berzelius *) kann ein und derſelbe Körper mehrere Oxydationsſtuffen beſitzen, welche ſich, nach ihren verſchiedenen Eigenſchaften, in vier Claſſen eintheilen laſſen.

1. Das **Suboxyd** iſt die niedrigſte Stuffe; es kann ſich nicht mit andern oxydirten Körpern vereinigen, ohne mehr Sauerſtoff aufzunehmen. Dieſe Oxydationsſtuffe iſt weniger allgemein, und bis jetzt nur bey wenigen Körpern bekannt. Zu den Suboxyden gehören die Häutchen, welche ſich nach und nach auf metalliſchen Bley, Zink, Arſenik, Wismuth u. ſ. f. bilden.

2. Das **Oxyd**; dieſe haben eine größere oder geringere Verwandtſchaft zu andern oxydirten Körpern, ſind am allgemeinſten verbreitet, und faſſen alle die Körper in ſich, welche in der Chemie unter den Namen der Alkalien, Erdarten, Metalloxyde und Säuren aufgeführt werden. Die erſtern davon (die Alkalien, Erdarten, Metalloxyde) begreift man unter der gemeinſchaftlichen Benennung: **Baſen**. Sie können zwey, ſelten drey, Oxydationsſtuffen beſitzen, wovon die niedrigere, welche gewöhnlich die ſtärkſten Verwandtſchaften hat, **Oxydul**, und die höhere **Oxyd** genannt wird. So heißt z. B. das ſchwarze Eiſenoxyd: **Eiſenoxydul**, das rothe hingegen: **Eiſenoxyd**.

3. **Säuren**: ſo nennt man diejenigen Körper, welche einen ſauren Geſchmack haben, und die blauen Pflanzenſäfte röthen; es giebt davon ebenfalls zwey, bisweilen auch mehrere Abſtuffungen. Im Deutſchen hat man nur für zwey Säurungsſtoffe beſtimmte Benennungen. Bey der höhern ſetzt man das Wort Säure nach dem Namen des brennbaren Körpers z. B. Phosphorſäure, Schwefelſäure; bey der niedrigern macht man von dieſen im Adjektiv durch die Endigung in nicht,

---

*) Lehrbuch der Chemie. B. I. Dresd. 1823. 8. S. 157 ff.

wie z. B. phosphorigte, ſchwefelichte Säure. Im Lateiniſchen hat man für erſtre die Namen acidum phosphoricum, sulphuricum u. ſ. und für die letztern acidum phosphorosum, sulfurosum. Manche Säuren haben noch eine höhere Oxydationsſtufe und bilden überoxydirte Säuren z. B. die überoxydirte Salzſäure.

4. Die Superoxyde; ſie enthalten ſo vielen Sauerſtoff, daß ſie, ohne einen Theil davon abzugeben, ſich mit andern Oxyden oder Säuren gar nicht verbinden können. Von dieſer Beſchaffenheit iſt z. B. der ſogenannte Braunſtein, aus welchem der überflüſſige Sauerſtoff durch Hitze ausgetrieben werden kann.

Alle dieſe verſchiedenen Oxydationsſtufen erzeugen ſich nach neuern Erfahrungen unter gewiſſen beſtimmten Sprüngen von einer Stufe zur andern, ohne Zwiſchenſtufen. Gewöhnlich geſchehen dieſe Sprünge nach gewiſſen Geſetzen, ſo daß die Sauerſtoffmenge, welche das Oxyd anfänglich enthielt, ſich um $\frac{1}{2}$, oder 2 oder drey Male vermehrt. Im allgemeinen ſind aber alle Oxydationsſtufen der brennbaren Körper noch nicht bekannt; oft werden neue entdeckt, und es iſt wahrſcheinlich, daß alle brennbare Körper eine gewiſſe Anzahl Oxdationsſtufen beſitzen, in welchen ſich die Sauerſtoffmengen wie die Zahlen 1, 2, 3, 4, 5 u. ſ. f. verhalten, ſo daß der Zuwachs an Sauerſtoff das 2, 3, 4, 5fache u. ſ. w. von der Sauerſtoffmenge des niedrigſten Oxyds ausmacht. Ein ſehr erläuterndes Beyſpiel hievon geben die Oxydationsſtufen des Schwefels, welche nämlich ſehr nahe in folgenden Verhältniſſen zuſammengeſetzt ſind:

im Schwefeloxydul aus 100 Theilen Schwefel und 25 Theilen Sauerſtoff;

im Schwefeloxyd aus 100 Theilen Schwefel und 50 Theilen Sauerſtoff;

in der ſchweflichten Säure aus 100 Theilen Schwefel und 100 Theilen Sauerſtoff;

in der Schwefelſäure aus 100 Theilen Schwefel und 150 Theilen Sauerſtoff.

Die Oxydationsſtufen des Schwefels befinden ſich alſo hiernach in den Verhältniſſen 1, 2, 4, 6.

Um bey dieſen Verhältniſſen der verſchiedenen Sauerſtoffverbindungen der Körper den gebrochenen Zahlen auszuweichen, hat man die Verhältniſſe in den Oxygenverbindungen nicht nach dem Gewichte, ſondern nach dem Volumen zu beſtimmen geſucht. Gay-Luſſac entdeckte zuerſt, daß, wenn das Sauerſtoffgas ſich mit andern Körpern verbindet, welche ſich in Gasgeſtalt befinden, dieſe Vereinigung ſtets in einem ſolchen Verhältniſſe erfolge, daß ſich entweder beyde Gasarten in gleichen Maastheilen mit einander verbinden, oder daß 2, 3 oder mehrere Maastheile des einen Gaſes ſich mit einem einzigen Maastheile des andern Gaſes vereinigen, ſo daß in den Verhältniſſen keine gebrochene Zahl vorkommt.

Außerdem hat Frere de Montizon [α]) ein ſehr einfaches Verhältniß zwiſchen den ſpeciſiſchen Gewichten der Metalle und dem Gewichte des Sauerſtoffs, womit ſich ein Metall verbindet, zu entdecken geglaubt, vermöge welchen der Sauerſtoff entweder ein Vielfaches, oder ein Submultiplum derjenigen Zahl iſt, welche das ſpeciſiſche Gewicht des Metalls ausdruckt. Dieſe Meinung hat er durch Zuſammenſtellung und Vergleichung mehrerer bey oxydirten Subſtanzen obwaltenden Verhältniſſe zu beſtätigen geſucht.

Schall (Zuſ. z. S. 380. Th. IV.). Da die Theorie über die Geſchwindigkeit der Fortpflanzung des Schalls mit den genauen Verſuchen bisher keine übereinſtimmende Reſultate gegeben hatte, ſo verſuchte Herr Biot [β]) eine andere Erklärung derſelben bekannt zu machen, welche auf wohl erwieſenen Thatſachen beruhe, und die Sache auf eine leichte und einfache Art darthue. Da nämlich die Rechnung, bey der man vom Mariotte'ſchen Geſetze aus-

α) Annales de chimie et de Physique Tom. VII. p. 171 sq.

β) Journal de physique Tom. LVII. p. 173 sq. und traité de physique exper. Tom. II. Ch. I.

gehe, vollkommen ſtrenge ſey, ſo müſſe ſchlechterdings dieſes Geſetz ſelbſt einiger Modificationen bedürfen, wenigſtens in ſo fern man es auf die abwechſelnden Verdichtungen und Verdünnungen der Luft, wodurch der Schall in der Luft fortgepflanzt werde, anwende.

Es ſey ein bekanntes Factum, daß die atmoſphäriſche Luft bey der Verdichtung etwas von ihrer latenten Wärme verliere, welche als fühlbare Wärme frey werde, und daß man dagegen bey der Verdünnung einen Verluſt an freyer Wärme, die latent gemacht werde, bemerke. Dieſe an ſich ſehr beträchtlichen Aenderungen ſeyn indeß an Thermometern, die man unter Recipienten, in welchen Luft comprimirt oder dilatirt werde, geſetzt habe, nur im geringen Grade merklich, weil die Maſſe dieſer Inſtrumente bey den gewöhnlichen Verſuchen gegen die Maſſe der unter den Recipienten verdichteten Luft zu beträchtlich ſey, und die Wände des Gefäßes zu gute Wärmeleiter wären. Aber bey den Maſchinen, deren man ſich in den Bergwerken bediene, um eine große Quantität Luft eine Zeitlang in verdichtetem Zuſtande zu erhalten, gehe bey der Wiederausdehnung der Luft, indem ſie ihren natürlichen Zuſtand wieder annehme, ſo viel Wärme verloren, daß ſich das in der Luft enthaltene Waſſer zum Theil als Eis abſetze.

Auf ähnliche Weiſe müßten bey der Fortpflanzung des Schalles die abwechſelnden Verdichtungen und Ausdehnungen der Luft eine Aenderung der Temperatur, und mithin der ſpecifiſchen Elaſticität in denjenigen Theilchen hervorbringen, für welche jene Aenderungen der Dichtigkeit Statt fänden. Man dürfe alſo nicht, wie gewöhnlich geſchehe, die Elaſticität der Dichtigkeit proportional annehmen; denn dies Geſetz gelte nur, wenn die Temperatur nach geänderter Dichtigkeit dieſelbe bleibe, oder wenn der Zuſtand der Compreſſion oder Dilatation lange genug daure, daß die Luft die anfängliche Temperatur wieder annehmen könne. Im Zuſtande der Bewegung hingegen, in welchem ſich die Luft bey der Fortpflanzung des Schal-

les befinde, wo die Verdichtungen und Verdünnungen ſehr ſchnell auf einander folgten, müſſe man nothwendig auf die Veränderungen der Temperatur Rückſicht nehmen.

Es ſey alſo die Höhe einer Queckſilberſäule, welche durch den Druck der Elaſticität der Luft das Gleichgewicht hält, $= \alpha$, und es verhalte ſich die Dichtigkeit der Luft zur Dichtigkeit des Queckſilbers $= n : 1$. Nimmt man nun an, daß bey der Kraft der Schwere $= 1$ die Aenderungen der Elaſticität der Luft, bey gleicher Dichtigkeit, den Aenderungen der Wärmegrade proportional ſind, und daß die Elaſticität nur $\frac{1}{n}\alpha$ wächſt, wenn das Thermometer um 1° Reaum. zunimmt, ſo wird bey unveränderter Dichtigkeit und bey einer Temperatur von ϱ Graden der Wärme die Elaſticität von α auf $\alpha + \frac{\varrho}{n}\alpha = \alpha \left(1 + \frac{\varrho}{n}\right)$ ſteigen; ändert ſich nun außerdem noch die Dichtigkeit der Luft aus n in q bey dem Wärmegrade ϱ, ſo wird die Elaſticität der Luft $= \frac{q\alpha}{n}\left(1 + \frac{\varrho}{n}\right)$. Nach Amonton's Verſuchen nimmt die Elaſticität der Luft um $\frac{1}{3}$ zu bey einer Erwärmung von 80° Reaum. Nimmt man daher an, daß die Elaſticität der Luft gleichförmig mit der Temperatur wachſe, ſo kommt auf 1° Temperaturveränderung eine Elaſticitätsveränderung von $\frac{1}{240}$, und es wird $\frac{1}{n} = \frac{1}{240}$. Die Dichtigkeitsveränderungen ſind bey der Fortpflanzung des Schalles ſehr klein; ſetzt man alſo $q = n(1 + S)$ ſo iſt s eine ſehr kleine veränderliche Größe, deren höhere Potenzen ohne merklichen Fehler bey vorkommender Rechnung weggelaſſen werden können. Wie die Größe ϱ von der Dichtigkeit der Luft abhange, iſt zwar unbekannt, man kann aber doch, ohne groß zu irren, $\varrho = \alpha S$ ſetzen. Es iſt daher bey der Fortpflanzung die

Elaſticität der Luft $= \alpha\,(1 + S)\left(1 + \frac{\alpha S}{n}\right) = \alpha\,S\left(1 + (1 + \frac{\alpha}{n})\right)$.

Vermöge der Theorie der Bewegung elaſtiſchflüſſiger Körper findet man hieraus den Raum, welchen der Schall in einer Sekunde durchlauft, $= \sqrt{\frac{2\,g\,\alpha\left(1 + \frac{\alpha}{n}\right)}{n}} = \sqrt{2g\lambda}\left(1 + \frac{\alpha}{n}\right)$, eine Formel, welche ſich von der gewöhnlichen Theorie nur durch den beſtändigen Faktor $1 + \frac{\alpha}{n}$ unterſcheidet. Die Größe $\sqrt{2\,g\,\lambda}$ beträgt ohngefähr 915 Pariſ. Fuß; die Erfahrung giebt aber die Fortpflanzung des Schalles auf 1038 Fuß in einer Sekunde an. Soll alſo die angeführte Formel mit der Erfahrung übereinſtimmen, ſo muß $915\sqrt{\left(1 + \frac{\alpha}{n}\right)} = 1038$, mithin $\frac{\alpha}{n} =$ 0,2869 ſeyn, welches, wenn man mit Amontons $n = 240$ ſetzt, $\alpha = 68{,}856$ Grad Wärme der Reaum. Skale giebt; d. h. wenn man die Luft bis zur doppelten Dichtigkeit comprimirt, wo $S = 1$ wird, ſo muß die Temperatur um 69° Reaum. ſteigen. Hieraus erhellet alſo im allgemeinen, daß man auf dieſe Aenderungen der Temperatur Rückſicht nehmen muß, und daß alsdenn die mathematiſche Theorie mit der Erfahrung ſehr gut zuſammenſtimmt.

Nach dieſer Theorie laſſen ſich auch die verſchiedenen Ungleichheiten begreifen, welche man bey den Schallverſuchen in verſchiedenen Gasarten wahrgenommen hat. Man hat nämlich gefunden, daß der Schall nach dieſen Verſuchen jederzeit in allen Luftarten ſchneller fortgeht, als man nach der gewöhnlichen Newton'ſchen Formel findet.

Herr la Place war der erſte, welcher die Hypotheſe, worauf Biot ſeine Theorie von der Fortpflanzung des Schalls gründet, annahm und entwickelte.

Gegen dieſe Hypotheſe bemerkte der Herr Prof. Wrede *), daß die Erfahrung uns von der Wahrheit nicht überzeuge, daß der Schall Wärme frey mache. Er hatte nämlich ein ſehr empfindliches Thermometer ſeitwärts einer Kanone ſo nahe gebracht, daß nur ein Abſtand von 6 Schritten übrig blieb; daß Geſchütz wurde 6 mal kurz nach einander abgefeuert; allein er konnte auch nicht die geringſte Veränderung am Stande des Thermometers wahrnehmen. Ueberhaupt meint Herr Wrede, daß unſere Thermometrie nie den Grad der Vollkommenheit erhalten werde, Tauſendtheile oder Hunderttauſendtheile eines Thermometergrades zu meſſen, worauf es doch ankommen würde, wenn man ſich von dem Grunde oder Ungrunde der Behauptung, der Schall erzeuge Wärme, direct überzeugen wolle. Es bliebe uns daher nichts übrig, als logiſch zu unterſuchen, ob in der angenommenen Hypotheſe ein verſteckter Wiederſpruch liege. Nach ſeiner Meynung ſey wirklich einer darin enthalten; denn ſie verlange, wenn der Schall ſich mit derjenigen Geſchwindigkeit verbreiten ſolle, welche erfahrungsmäßig ſey, daß Wärme in der Luft frey werden müſſe; aber dieſe Wärme ſoll auch durch den Schall ſelbſt hervorgebracht werden. Um nun in einem erſten, zweyten, dritten Raume, wohin der Schall fortgepflanzt werde, die Geſchwindigkeit hervorzubringen, welche zur Ausbreitung des Schalls nöthig ſey, müſſe der Schall der Geſchwindigkeit vorangehn; denn da, wo noch kein Schall vorhanden ſey, könne ſich auch keine Wärme erzeugen; folglich liege in der Hypotheſe offenbar die Behauptung, der Schall verbreite ſich aus dem Raume, in welchem er erregt werde, in die benachbarten Räume mit der theoretiſchen Geſchwindigkeit, die ihm ohne Zuthun der Wärme

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XVIII. S. 401 ff.

eigen ſey; aber ſobald er ſich in den Fortpflanzungsräumen verbreitet habe, gewinne er in dieſen Räumen ſelbſt, vermöge der hier erzeugten Wärme, an Geſchwindigkeit. Was heiße nun aber das, der Schall müſſe ſeiner Geſchwindigkeit vorangehn? doch unläugbar nichts anders als: der Schall müſſe ſo weit als möglich verbreitet ſeyn, wenn ſeine eigentliche Geſchwindigkeit, womit er ſich ausbreite, erſt anfange; dieß ſcheint ihm ein offenbarer Widerſpruch zu ſeyn. Wollte man auch zur Rechtfertigung der la Place'ſchen Hypotheſe annehmen, die Wärmeverbreitung gehe ſchneller vor ſich, als die Schallverbreitung, ſo ſey dieß durchaus nicht faktiſch, ſondern ſtreite vielmehr gegen alle Erfahrung. Er glaube alſo, daß durch dieſe Hypotheſe keineswegs dem Mangel der Theorie abgeholfen ſey, und daß der Newton'ſche Lehrſatz ſelbſt einer Berichtigung bedürfe, auf welchen die Theorie von der Geſchwindigkeit der Fortpflanzung des Schalls gebauet ſey, nämlich: daß die Geſchwindigkeiten der in einem elaſtiſchen Mittel fortgepflanzten Pulſe ſich gerade wie die Quadratwurzeln der Elaſticitäten, und umgekehrt wie die Quadratwurzeln der Dichtigkeiten verhalten, wenn die Elaſticität in jedem Mittel der Dichtigkeit proportional bleibe. Daß dieß letztere jedesmal der Fall ſey, leide wohl noch manche Zweifel. Man ſolle daher lieber das Fundament der Theorie genauer unterſuchen, als daß man ſich begnüge, ihr bloß einen Anſtrich zu geben, der die Disharmonie verberge, in welcher ſie mit der Erfahrung ſtehe.

Herrn Wrede iſt eingewendet worden, daß es gewiß Biot's Meynung nicht ſey, daß die Wärme bloß nachſchiebend auf den ſchon voran gelaufenen Schall wirke, und daß Herr Wrede überhaupt die Theorie des Schalls nicht genau in den Gedanken gehabt habe.

Gegen Biot's Hypotheſe bemerkt aber auch Herr Prechtl *), daß ſie zwar von la Place über die Ver-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXI. S. 449 ff.

größerung der Schallgeſchwindigkeit durch Wärmeent⸗wickelung der ſchwingenden Theile ſcharfſinnig ausgedacht ſey; allein ſie ſcheine ihm keine befriedigende Erklärung zu geben. Denn erſtens ſey das indirecte Reſultat, auf welches ſie führe, nicht recht geeignet, eine directe Beſtimmung der Größe der durch Wärmeentbindung ver⸗mehrten Elaſticität der Lufttheile zu geben, da ſich nie beſtimmen laſſe, ob der durch die Verdichtung entbundene Wärmeſtoff ganz oder nur zum Theil auf jene Elaſtici⸗tätsvergrößerung verwendet werde, ſo daß, wenn auch die Summe der Thermometergrade, die durch die Formel herauskomme, mit der Erfahrung gänzlich übereinſtim⸗men ſollte, dadurch für die Hypotheſe ſelbſt nichts gewon⸗nen ſey. Zweytens könne er ſich mit Herrn **Wrede** des Gedankens nicht verwehren, daß man bey dieſer Hypo⸗theſe doch immer das, was bloß Wirkung ſey, als einen Theil der Urſache betrachte. Endlich ſcheine ihm bey der⸗ſelben der Umſtand überſehen zu ſeyn, daß beym Schalle in dem Maaße, als ein Theilchen in der Luft comprimirt werde, das daneben liegende eben ſo große verdünnt werde, durch Verdünnung der Luft aber ihre Capacität wachſe, und ihre Elaſticität in demſelben Verhältniſſe ſich ver⸗mindere, in welchem dieſe Capacität durch Verdichtung abnehme, oder die Elaſticität wachſe. Mithin müſſe, wenn auch wirklich beym Schalle Wärme entbunden werde, im Augenblicke der Entbindung dieſe Wärme ſogleich in den benachbarten verdünnten Theil übergehen, und der vorher verdichtete Theil bey ſeiner Ausdehnung dieſe ver⸗lorne Wärme wieder aufnehmen, u. ſ. fort, ſo daß alſo die Wirkung der verdichteten Lufttheile in Hinſicht der Veränderung ihrer ſpecifiſchen Wärme durch die Wir⸗kung der verdünnten aufgehoben werde.

Dagegen ſcheine der Umſtand, den **Newton** ſelbſt ſeiner Theorie, als ein Mittel, ihr Reſultat der Erfah⸗rung näher zu bringen, zuſetze: daß man nämlich das Volumen der feſten Lufttheilchen, durch welche der Schall nach Art der feſten Körper ſich inſtantan fortpflanze, mit

in Rechnung bringen müſſe, zu dieſem Behufe beſſer geeignet, und, in ſo fern es gewiß ſey, daß jede Luftart eine gewiſſe Menge feſter, freylich für unſere Vorſtellung unendlich kleiner Theile habe, die ihr Gewicht ausmachten, durchaus nicht zu vernachläſſigen zu ſeyn. Den Einwurf, den Biot gegen die Berückſichtigung dieſes Umſtandes mache, daß dann nämlich die Luft, beſonders bey einiger Verdichtung weit weniger durchſichtig ſeyn müßte, ſey nicht hinreichend. Denn die feſten Lufttheilchen ſeyn äußerſt klein, das Verhältniß ihres Volumens zum Volumen, welches ihr Aggregat durch Ausdehnung mittelſt des Wärmeſtoffs erhalte, ſey zu geringe, als daß die zur Durchſichtigkeit erforderliche Menge ſehr kleiner Zwiſchenräume nicht auch dann noch Statt finden könnte; und die Durchſichtigkeit eines Körpers ſtehe ſo wenig mit ſeinem ſpecifiſchen Gewichte im Verhältniſſe, daß Waſſer, ſo wie reines Glas, der Durchſichtigkeit der Luft nahe kämen, obgleich erſteres 850 Mal, und letzteres 2550 Mal ſchwerer als Luft ſey.

Vielleicht hätten nur die willkürlichen Annahmen, welche Newton ſeiner Rechnung zum Grunde gelegt, die Phyſiker von ihrer nähern Unterſuchung abgeſchreckt. Herr Prechtl ſucht dieſen Umſtand näher zu erörtern, und verſucht durch Auffindung des Volumens den ponderablen Grundlagen der Luft die Größe zu beſtimmen, um welche der durch die gewöhnliche Formel $\sqrt{2\,g\,\lambda}$ gefundene Raum der Schallgeſchwindigkeit, bloß aus theoretiſchen Gründen vermehrt werden müſſe.

Herr Prechtl ſucht hiernach aus den Gewichten von Sauerſtoffgas, Stickgas und kohlenſaurem Gas eines Pariſer Cubikfußes denjenigen Raum, welcher durch die unmittelbare Fortpflanzung der Bewegung der Theile inſtantan durchlaufen wird, und welcher zu der gewöhnlichen Formel hinzugethan werden müſſe. Nach den bekannten ſpecifiſchen Gewichten dieſer drey Gasarten, welche in der Atmoſphäre ihre ponderable Theile ausmachen, findet er dieſen hinzuzuſetzenden Theil = 110,9 Pariſer

Fuß, und den wirklich durchlaufenen Raum = 1025,9 Pariſer Fuß. Er bemerkt, daß dieß Reſultat von der Erfahrung nur um 12 Fuß abweiche, wovon der Grund ſehr leicht in den nicht völlig genauen Angaben der gebrauchten Beſtimmungsſtücke zu ſuchen ſey. Andere ſicherere Beſtimmungen würden vielleicht dieſes Reſultat mit der Erfahrung völlig übereinſtimmig machen. Man ſehe wenigſtens hieraus ſo viel, daß dieſe Berückſichtigung des Volumens der feſten Theile in der ſchallenden Luft allerdings völlig hinreichten, die Theorie mit der Erfahrung völlig übereinſtimmend zu machen.

Herr Biot bemühete ſich nach der Zeit die ſinnreiche Idee des Herrn la Place, daß man nämlich auf die beym Schall ſich entwickelnde Wärme Rückſicht nehmen müſſe, um die mathematiſche Theorie der Fortpflanzung des Schalls in der Luft mit der Erfahrung auszugleichen, durch neue Schallverſuche zu beſtätigen [a]). Er kam zuerſt auf den Gedanken, dergleichen Verſuche in Dämpfen anzuſtellen. Wenn ein tönender Körper in denſelben in Schwingungen geſetzt werde, ſo werde bey jeder Schwingung deſſelben der Raum nach einer Richtung hin vermindert, in der entgegengeſetzten Richtung aber vergrößert; es werde alſo an jener Seite des Körpers etwas Dampf ſich in tropfbare Flüſſigkeit verwandeln, an dieſer dagegen etwas Flüſſigkeit die Dampfgeſtalt annehmen müſſen. Dieſe Verdichtungen und Verdünnung würden ganz dicht bey dem tönenden Körper in der ſehr geringen Weite Statt finden, bis auf welche ſeine Schwingungen reichten, aber nicht bis über dieſe Weite hinausgehen. Durch das übrige Medium würden ſich alſo die Schwingungen nicht fortpflanzen, und der Schall werde folglich durch daſſelbe nicht hindurchgehen.

Nähmen wir jedoch an, daß, indem der tönende Körper durch ſeine äußerſt ſchnellen Schwingungen den Dampf verdichte, er aus ihm zugleich eine gewiſſe Menge von Wärme mechaniſch auspreſſe, ſo werde die Wirkung we-

a) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXV. S. 425 ff.

ſentlich verſchieden ſeyn. Dieſe Vorausſetzung ſey aber nichts weniger als unwahrſcheinlich, da es bekannt ſey, daß alle Dämpfe, die ſich zur tropfbaren Flüſſigkeit verdichten, ſehr viele Wärme hergeben.

Es erfolgten daher rund um den tönenden Körper herum die Erſcheinungen des Schalls ganz auf dieſelbe Art, als wenn der Dampf ein permanentes Gas geworden wäre; nämlich es entſtünden ſchnell hinter einander folgende augenblickliche Vermehrungen und Verminderungen der Elaſticität, deren Wirkung ſich von Theil zu Theil durch die ganze Maſſe des Dampfes verbreite, ſo daß nun der Schall in ihr entſtehen, und ſich durch ſie verbreiten könne.

Herr Biot iſt folglich der Meynung, daß Schallverſuche in Dämpfen vorzüglich dazu geeignet ſind, die Frage zu entſcheiden, ob wirklich in einem luftförmigen Mittel durch Schwingungen eines tönenden Körpers Wärme entbunden werde, wie wir ſie allgemein bey ſchnellen Compreſſionen ſich entbinden ſähen. Fände eine ſolche Wirkung, wie er ſie in der Luft annehme, nicht Statt, ſo könne ein tönender Körper in Dämpfen ſchlechterdings gar keinen Schall erregen. Töne er dagegen in ihnen, ſo könne dieß einzig und allein die Wirkung einer ſolchen Entbindung von Wärme ſeyn.

Zu dem Ende wurde ein Glas-Ballon, der 36 littres faßte, und deſſen Oeffnung mit einem Hahne vollkommen verſchloſſen werden konnte, genommen. Auf dieſen Hahn ließ ſich ein zweyter ſchrauben. Wurde nun der innere Raum des Ballons luftleer gemacht, dann der Raum zwiſchen beyden Hähnen mit einer Flüſſigkeit angefüllt, und der zweyte Hahn zugedreht, der erſte aber geöffnet, ſo ließ ſich die Flüſſigkeit in den Ballon bringen, ohne daß Luft von außen hineindrang. Im Ballon hieng eine kleine Glocke an einer ſehr dünnen Schnur, die an dem untern Hahne befeſtiget war. Im leeren Raume war der Schall durchaus nicht wahrzunehmen; nachdem aber eine geringe Menge Waſſers in den Ballon gebracht war, und

ſich darin verdampft hatte, ſo fieng auch ſogleich der Schall an gehört zu werden. Und doch war die Dichtigkeit dieſes Dampfes außerordentlich gering, da die Temperatur nur 19° Cent. betrug. Bey mehr hineingelaſſenen Waſſer in einer Stube von 46° Temperatur wurde der Schall ſehr merkbar, und man hörte ihn nicht allein in, ſondern auch außerhalb der Stube durch die Thüre hindurch. Als der Ballon aus der geheizten Stube gebracht wurde, nahm ſeine Temperatur ſehr bald ab, und der Schall war auffallend ſchwächer. Es konnte folglich gar kein Zweifel ſeyn, daß der Schall im Waſſerdampfe erzeugt, und durch ihn hindurch fortgepflanzt wurde.

Bey einem andern Verſuche wurde in den Ballen eben ſo viel Alkohol, vom ſpecifiſchen Gewicht 0,823, als Waſſer hineingebracht; hier war der Schall weit ſtärker, als im Waſſerdampfe, weil der Alkoholdampf bey einerley Temperatur nothwendig dichter und elaſtiſcher als der Waſſerdampf ſeyn mußte. In Aetherdampf wurde der Schall noch viel weiter, auf eine Entfernung von 145 Meter bey der Temperatur von 17°,75 Cent., gehöret.

Durch dieſe Verſuche war alſo auf eine hinreichende Art dargethan, daß der Schall in Dämpfen eben ſo gut entſteht und ſich darin fortpflanzt, als in einem permanent elaſtiſchen Gas. Da nun dies nur durch die augenblicklichen Veränderungen der Temperatur geſchehen könne, welche durch die Schwingungen des tönenden Körpers hervorgebracht wurden, ſo ſey dieſe Urſache eine ſehr reelle, und folglich unumgänglich nothwendig, auf ſie in der mathematiſchen Theorie von der Fortpflanzung des Schalles Rückſicht zu nehmen, wenn ſie ſich gleich nicht unmittelbar durch Anbringung eines Thermometers bewahrheiten laſſe. Denn das Thermometer könne durch die auf einander folgenden augenblicklichen Veränderungen der Wärme nicht ſtärker afficirt werden, als es das Barometer durch die augenblicklichen Veränderungen der Elaſticität werde, und deren Wirklichkeit jedermann zugebe, wenn ſie ſich gleich nicht an dem Barometer wahrnehmen ließen.

Dem Herrn Prof. Benzenberg *) war es nun auch beſonders darum zu thun, zu beſtimmen, mit welcher Geſchwindigkeit ſich der Schall in den Dämpfen fortpflanze. Durch einen leichten Verſuch fand er dieſe Geſchwindigkeit in den Waſſerdämpfen 1030 Pgr. Fuß bey 0° Reau. in einer Sekunde. Nahm er hierauf nach de Sauſſure das Verhältniß des ſpecifiſchen Gewichts zu dem der atmoſphäriſchen Luft, bey gleichem Druck und gleicher Wärme, = 7 : 10, ſo daß folglich bey 0° Reau. und 28 Zoll Queckſilberhöhe der Waſſerdampf 14993 Mal leichter als Queckſilber iſt; ſo müßte ſich nach der Newton'ſchen Theorie der Schall im Waſſerdampfe mit einer Geſchwindigkeit von 1027,6 Par. Fuß in einer Sekunde bewegen. Aus dieſer Uebereinſtimmung der nach der Theorie berechneten Geſchwindigkeit mit der durch Erfahrung gefundenen ſcheint Herrn Benzenberg zu folgen, daß die frey werdende Wärme die Geſchwindigkeit des Schalles in den Waſſerdämpfen nicht beſchleunige, und daß ſie wahrſcheinlich wieder völlig latent werde, indem ſie, den Dampf in ſeinem elaſtiſchen Zuſtande zu erhalten, verwendet werde.

Uebrigens bemerkt er noch, daß des Herrn la Place angeführte ſinnreiche Idee, nach welcher die Wärme, welche bey den Compreſſionen der Schallwellen frey werde, die vorzügliche Urſache der geſchwindern Fortpflanzung des Schalles in der atmoſphäriſchen Luft ſey, als ſie die Theorie gebe, große Schwierigkeiten zu haben ſcheine. Man müſſe annehmen, daß hiebey 84° Wärme frey werde, und dieſe Compreſſionen müßten daher außerordentlich ſtark ſeyn, da bey den Verdichtungen bis aufs Doppelte erſt 25 bis 30° Wärme frey würden. Auch habe Biot hierüber keine Unterſuchung angeſtellt, wie viel Wärme beym plötzlichen Verdichten der Luft eigentlich frey werde, auch nicht, wie viel frey werden müſſe, wenn man aus dieſem Umſtande, der auch in den Schallwellen wirklich ſeyn ſolle, den Unterſchied erklären wollte, der zwiſchen der

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLII. S. 30 ff.

wirklichen und der theoretiſchen Geſchwindigkeit des Schalls in der Atmoſphäre Statt finde.

Der Herr Prof. **Muncke** α) tadelt Herrn **Biot**, daß er den wichtigen Gegenſtand, die Fortpflanzung des Schalls durch Dämpfe betreffend, nicht von allen Seiten beleuchtet habe. Er würde ohne Zweifel die angeführte Hypotheſe des Herrn **la Place** genauer geprüft, und dabey auf die unläugbare Thatſache gekommen ſeyn, daß Waſſerdampf durch die Schallwellen auf eine gleiche Art afficirt wird, als die Luft, und daß bey beyden die durch die Wärme expandirten Grundlagen als das eigentliche Mittel der Fortpflanzung anzuſehen ſind. Ob aber hiebey eine wirkliche Compreſſion ganzer Schichtungen, mithin eine Entbindung des Wärmeſtoffs als welcher mechaniſch ausgepreßt werden müßte, Statt finde, ſey noch gar nicht ausgemacht, und folge aus den von **Biot** aufgeſtellten Prämiſſen eben ſo wenig, als die Ruhe aller elaſtiſchen Kugeln in beliebig langem Syſteme, bey der Bewegung der erſten und letzten derſelben, aus den allgemeinen Geſetzen vom Stoße der Körper folgt, wenn auf die eigenthümliche Qualität dieſer Körper, die wir Elaſticität nennten, nicht Rückſicht genommen werde.

An einem andern Orte führt Herr Hofrath **Munke** β) gegen des Herrn **la Place** Hypotheſe folgendes an: durch die Schallwellen werde keine abſolute Raumveränderung hervorgebracht, und es enthalte daher der Beweis, den **Biot** gegeben habe, einen Cirkel, indem er vorausſetze, daß die durch die Compreſſion erzeugte Wärme zur Expanſion der präcipitirten Dämpfe verwandt, mithin im Entſtehen gebunden werde, und doch die Fortpflanzung des Schalles beſchleunigen könne. Der ganze Satz des **la Place** ſtreite aber gegen die Mechanik; denn entweder müßte der Schall bey ſeiner Ankunft in jeder einzelnen Luftſchicht durch die erzeugte Wärme eine Vermehrung ſeiner Geſchwindigkeit erhalten, mithin ſeine Bewegung

---

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLVIII. S. 85.

β) Anfangsgründe der Experimentalphyſik. Heidelb. 1819. S. 92.

gleichförmig beſchleuniget werden, oder aber eine Urſache ſich nachweiſen laſſen, wodurch die durch Wärmeentbindung verurſachende Geſchwindigkeit wieder vermindert würde. Hiervon abgeſehen ſcheine es gegen eine deutliche Vorſtellungsart zu ſtreiten, daß der Schall erſt mit einer geringern Geſchwindigkeit bey einer Luftſchicht ankommen, dann Wärme aus derſelben entbinden, und durch dieſe mit beſchleunigter Geſchwindigkeit fortgepflanzt werden ſollte.

(Zuſ. z. S. 384. Th. IV.). In den neueren Zeiten ſind mehrere und zum Theil ſehr genaue Schallverſuche in der atmoſphäriſchen Luft an verſchiedenen Orten angeſtellt worden. Der Herr Prof. Benzenberg [a]) machte vorzüglich darauf aufmerkſam, daß man bey den bisherigen Angaben der Geſchwindigkeit des Schalles gar keine Rückſicht auf die Temperatur genommen habe, da ſich doch die Geſchwindigkeiten bey verſchiedenen Wärmegraden wie die Quadratwurzeln der Elaſticitäten, welche den Wärmegraden zugehörten, verhielten, als welches Newton'ſche Geſetz ſich durch Beobachtungen vollkommen beſtätigt habe. Hiernach hat er folgende Tafel berechnet, welche die Geſchwindigkeit des Schalles für jede Temperatur angiebt:

Tafel über die Geſchwindigkeit des Schalls in verſchiedenen Temperaturen

Wärme	Dichtigkeit der Luft	Geſchwindigkeit des Schalls	Wärme	Dichtigkeit der Luft	Geſchwind. des Schalls
0° Reau.	1 : 10525	1027,0 Par. F.	16° R.	1 : 11315	1064,7 P. F.
1	10574	1029,3	17	11364	1067,0
2	10624	1031,8	18	11413	1069,6
3	10673	1034,2	19	11462	1071,6
4	10723	1036,5	20	11513	1074,0
5	10772	1038,9	21	11563	1076,3
6	10821	1041,2	22	11663	1078,6
7	10871	1043,7	23	11662	1080,9
8	10920	1046,0	24	11762	1083,2
9	10970	1048,4	25	11761	1085,5
10	11019	1050,7	26	11810	1087,8
11	11069	1053,1	27	11859	1090,1
12	11118	1055,4	28	11908	1092,3
13	11160	1057,4	29	11957	1094,6
14	11209	1059,8	30	12007	1096,9
15	11258	1062,0			

a) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLII. S. 1 ff.

Herr la Place hatte ſchon früher den Wunſch geäußert, daß die Schallverſuche bey ſehr hohen und ſehr tiefen Temperaturen von den Akademikern wiederholt werden möchten. Mehrere Jahre nachher wurden auch dergleichen auf Koſten des Längen-Büreaus in Paris, von Arago, Gay-Luſſac, Prony, Mathieu, Bouvard und von Humboldt angeſtellt *). Man gebrauchte hiezu Kanonen, welche mitten in der Nacht bey einer faſt vollkommenen Stille zwiſchen Ville-Juif und Montlhery in der Nähe von Paris abgefeuert wurden. Dieſe Verſuche ergaben, daß bey + 10° C. die Geſchwindigkeit des Schalls 337,2 Meter oder 173,01 Toiſen in einer Sekunde beträgt. Die Verſuche vom Jahre 1738 gaben 172,56 Toiſen; wird aber die Temperatur, welche damals wahrſcheinlich + 6° war, auf + 10° reducirt, ſo wird das Reſultat 173,84 Toiſen. La Place berechnete die Geſchwindigkeit des Schalls bey + 16° nach ſeinen Formeln, und mit Berückſichtigung des hygrometriſchen Zuſtandes der Luft zu 337,776 Meter in der Sekunde. Wird das vorhergehende auf + 16° reducirt, ſo erhält man 340,9 Meter. Dieſen Unterſchied von 3,1 Meter hält la Place für einen Fehler der Beobachtung. Bey dieſen Verſuchen wurde bemerkt, daß während die von der einen Station abgefeuerten Schüſſe vollkommen gut auf der andern gehört wurden, dieſe kaum, und viele ganz und gar nicht in umgekehrter Richtung gehört wurden. Die Entfernung betrug etwas mehr als 9546,6 Toiſen. Dieſer Umſtand konnte nicht erklärt werden. Eben ſo bemerkte man, daß, wenn Wolken zwiſchen den Stationen überſtrichen, die Schüſſe mit einem Rollen, wie vom Donner, gehört wurden, was dagegen gar nicht bemerkt wurde, wenn der Himmel klar war; dieß ſchien die Vermuthung zu beſtätigen, daß das Rollen des Donners ein Echo von den Wolken iſt.

---

*) Annales de Chemie et de physique. To. XX. p. 216 und 266.

Herr Goldingham α) hat ebenfalls Verſuche über die Geſchwindigkeit des Schalls auf dem Obſervatorium zu Madras angeſtellt, welche wegen der zahlreichen Wiederholungen, welche er damit vornehmen konnte, Aufmerkſamkeit verdienen. Auf zwey Stellen, die eine die Feſte St. Georg, 13932⅔ engl. Fuß vom Obſervatorium entfernt, und die andere das Cantonirungs-Quartier der Artillerie auf dem Berge St. Thomas, 29547 entlegen, wurden täglich Morgens und Abends beynahe in der Richtung nach dem Obſervatorium eine 24 pfündner Kanone abgefeuert. Das Reſultat dieſer Beobachtungen gab für die Feſtungskanone 1142,18 engliſche Fuß in der Sekunde, und für die andere 1142,5, folglich als Mittelzahl 1142,34 engl. Fuß bey einer Temperatur von + 29° Fahr. und 15 Hygrometer- und $0^{m},7619$ Barometer-Stand, welches 337,17 Meter in der Sekunde macht, und eine ſehr merkwürdige Uebereinſtimmung mit den vorhin angegebenen franzöſiſchen, welche mit aller Umſicht angeſtellt wurden, gaben. Goldingham fand ferner, daß im Sommer bey der größten Wärme bey + 30⅓° die Geſchwindigkeit 1164 engl. Fuß in der Sekunde war, und im Winter bey — 1° nur 1099 Fuß; daß die Geſchwindigkeit des Schalls zunimmt um $0^{m},2032$ für jeden Thermometergrad (1,2 engl. Fuß für jeden Grad Fahrenh.), um $0^{m},437$ für jeden Hygrometergrad (1,4 engl. Fuß), für $0^{m},03$ (1,1 engl. Zoll) verminderte Barometerhöhe $2^{m},8$ (9,2 engl. Fuß) vermehrte Geſchwindigkeit. Bey gutem günſtigen Wind geht der Schall um $6,^{m}$ ſchneller als bey Windſtille.

Was die längſt beobachtete Zunahme in der Stärke des Schalles während der Nachtzeit betrifft, ſo war darüber noch keine Erklärung verſucht worden. Der Herr v. Humboldt β) unternahm es daher, aus den neueſten Unterſuchungen über die Theorie der Schallwellen eine

α) Annales of Philosophy. 1823. Apr. p. 300.
β) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXV. S. 31 ff.

Erklärung abzuleiten. Nach ſeiner Meinung entſtehen die Hinderniſſe, welche der Fortpflanzung und der Stärke des Schalles entgegenſtehen, von der Einwirkung der Sonne ſelbſt, indem dadurch Luftſtröme von verſchiedener Dichtigkeit und partielle Undulationen der atmoſphäriſchen Luft, die durch ungleiche Erhitzung der verſchiedenen Theile des Erdbodens hervorgebracht werden, entſtehen. In einer ruhigen Luft, ſie ſey trocken oder gleichförmig mit bläschenartigen Dunſt vermengt, pflanze ſich die Schallwelle ohne Schwierigkeit fort. Ziehen dagegen durch ſie in mannichfaltigen Richtungen kleine Ströme wärmerer Luft, ſo theile ſich jedes Mal da, wo die Dichtigkeit der Luft ſich plötzlich ändere, die Schallwelle in zwey Wellen, und es bildeten ſich partielle Echos, welche den Schall ſchwächten, weil eine der Wellen in ſich ſelbſt zurücklaufe. Es ſchwäche alſo nicht die fortſchreitende Bewegung der Lufttheilchen von unten nach oben in dem am Tage über aufſteigenden Luftſtrome, und in kleinen ſchiefen aufſteigenden Luftſtrömen, durch Stoß die Fortpflanzung der Schallwellen. Ein Stoß gegen die Oberfläche einer Flüſſigkeit würde um den Mittelpunkt des Stoßes Kreiswellen bilden, ſelbſt wenn die Flüſſigkeit in Bewegung ſey; mehrere Arten Wellen könnten ſich in der Luft wie im Waſſer durchkreuzen, ohne ſich in ihrem Verbreiten zu hindern, und kleine Bewegungen gingen über einander fort; die wahre Urſache der geringern Intenſität des Schalles am Tage ſcheine der Mangel an Homogenität zu ſeyn, der dann in dem elaſtiſchen Mittel herrſche. An allen Stellen eines ungleich erhitzten Bodens, wo kleine Luftſtreifen von höherer Temperatur aufſtiegen, finde eine plötzliche Unterbrechung der Dichtigkeit Statt, und überall, wo Luftſchichten von ungleicher Dichtigkeit mit einander in Berührung ſeyn, theilten ſich die Schallwellen, gerade ſo, wie die Lichtſtrahlen, wenn ſie gebrochen würden. Bey den Schallwellen ſo wie bey den Lichtwellen würden, wenn ſie durch Mittel von ungleicher Dichtigkeit fortgingen, ſtets zugleich zwey Wirkungen

hervorgebracht; Veränderung in der Richtung der Fortpflanzung, und Erlöſchung von Schall und Licht.

In der Nacht erkalte die Oberfläche des Bodens; die mit Raſen oder mit Sand bedeckten Theile nähmen eine gleiche Temperatur an, und es ſtiegen nun nicht mehr Striche wärmerer Luft lothrecht oder ſchief aufwärts, nach mancherley Richtungen in der kältern Luft. In einer mehr homogen gewordenen Flüſſigkeit pflanze ſich die Schallwelle mit weniger Schwierigkeit fort, und die Intenſität des Schalles nehme zu, weil der Theilungen der Schallwellen und der partiellen Echos weniger werden.

Zur Beſtimmung der Geſchwindigkeiten des Schalles in den verſchiedenen Gasarten hatte Herr Chladni α) zuerſt die ſinnreiche Idee angegeben, mit Hülfe einer Orgelpfeife dieſelben durch Verſuche auszumitteln. Man hat nämlich nur nöthig zu unterſuchen, um wie viel der Ton dieſer Pfeife, welche mit einer Gasart angefüllt und umgeben iſt, und mit derſelben angeblaſen wird, bey einerley Schwingungsart höher oder tiefer iſt, als derjenige Ton, welchen die atmoſphäriſche Luft in eben derſelben Pfeife giebt, weil wegen der Uebereinſtimmung eigenthümlicher und mitgetheilter Schwingungen die Geſchwindigkeiten des Schalles in denſelben Verhältniſſen, wie dieſe Töne, ſich befinden müſſen. Herr Chladni ſelbſt ſtellte einige Verſuche an, welche aber keine große Genauigkeit zeigten. Mehrere Jahre nachher wurden dergleichen Verſuche wiederum zu Cirenceſter in England von den Herren Kerby und Merrick β) angeſtellt, welche von ihnen ſelbſt noch unvollkommen genannt werden. Genauere Verſuche dieſer Art wurden von dem Herrn Prof. Benzenberg γ) angeſtellt, obgleich der Herr Prof. Gilbert mit Recht hiebey darauf aufmerkſam machte,

---

α) Voigt's Magazin für den neueſt. Zuſt. der Naturkunde. B. I. St. 3. und Chladni's Akuſtik. 1802. 4. S. 226. ff. §. 204.

β) *Nicholson's* journal of nat. philos. Dec. 1810. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXVII. S. 403.

γ) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLII. S. 12 f.

daß bey denſelben der ſchwierigſte Umſtand, welcher auf ihre Genauigkeit vielleicht den größten Einfluß haben möchte, nämlich die Gasarten ganz rein zu erhalten, nicht beabſichtiget ſey. Benzenberg ſtellte alle Verſuche in folgender Tafel zuſammen:

Geſchwindigkeit des Schalles bey 0° R., die in atmoſphäriſcher Luft 1027 Par. Fuß angenommen, nach

	Chladni	Kerby und Merrick	Benzenberg
in Sauerſtoffluft	923	980	942 Par. Fuß
Stickluft	966	1080	1032
kohlenſaurer Luft	857	864	860
Salpeterluft	970	1154	—
Waſſerſtoffluft aus Eiſen und Schwefelſ.	2070	2180	2054

Noch neuere Verſuche dieſer Art wurden von dem Herrn van Rees *) ausgeführt, deren Reſultate folgende Tafel giebt:

Gaſe bey 0°	Geſchwindigkeit des Schalles in 1 Sekunde.
atmoſphäriſche Luft . .	333,7 Meter
Sauerſtoffgas . . .	316,6
Stickgas . . .	338,1
Waſſerſtoffgas . . .	914,2
kohlenſaures Gas . .	275,3
Kohlenoxydgas . . .	316,9
oxydirtes Stickgas . .	281,4
Salpetergas . . .	309,8
ölerzeugendes Gas . .	317,8
Schwefelwaſſerſtoffgas . .	318,7
ſchweflichtſaures Gas . .	229,2
ſalzſaures Gas . . .	309,3
Ammoniakgas . . .	389,4
Waſſerdampf . . .	369,6
Alkoholdampf . . .	289,1

Für die angeführten nicht permanenten Gaſe, welche bey 0° Wärme eine unbedeutende Spannung haben, ſind die bemerkten Reſultate aus Verſuchen bey höhern Temperaturen durch Rechnungen beſtimmt worden.

---

*) Schweigger's neues Journ. der Chemie u. Phyſ. B. XXXIII S. 255.

(Zuſ. z. S. 704. Th. VI.) In den neuern Zeiten hat man auch mehrere und beſtimmtere Erfahrungen über die Fortpflanzung des Schalls durch andere Subſtanzen, als durch die Luft, gemacht. Die Herrn Haſſenfratz und Gay-Luſſac *) ſtellten dergleichen Verſuche in den pariſer Steinbrüchen an. Herr Haſſenfratz ließ mit einem Hammer an eine Steinmaſſe anſchlagen, und entfernte ſich nach und nach von dieſem Anſchlagungspunkte, um, wenn es möglich wäre, den durch die Steine fortgepflanzten Schall von dem durch die Luft fortgepflanzten zu unterſcheiden. Bey einer kleinen Entfernung unterſchied er zwey deutlich verſchiedene Töne, deren einer durch das Geſtein, der andere durch die Luft zum Ohr fortgepflanzt wurde. Beyde wurden in dem Maaße ſchwächer, als man ſich von dem Punkte, woher ſie kamen, entfernte; der durch Steine fortgepflanzte Schall wurde indeſſen immer viel eher geſchwächt, als der, den man durch die Luft hörte. Bey einer Entfernung von 134 bis 140 Fuß hörte der erſtere ganz auf gehört zu werden, den letztern aber hörte man 400 bis 440 Fuß weit. Aber der Schall durch die Steine wurde viel eher, als der durch die Luft gehört. Anderweitige Verſuche hatten den Herrn Haſſenfratz mit Herrn Gay-Luſſac gelehrt, daß der Schall durch das Geſtein ſich auf 150 Fuß weit fortpflanze. Wenn die Strecke, durch welche der Schall durch das Geſtein ging, gerade genug läuft, ſo zeigte ſich kein wahrnehmbarer Unterſchied zwiſchen der Zeit, wenn die Bewegung geſehen und der Schlag durch das Geſtein gehört ward.

Schläge gegen das eine Ende einer von 200 Fuß langen hölzernen Barriere wurden am andern Ende vollkommen deutlich gehört, unerachtet man ſie durch die Luft nur 120 Fuß weit hörte. Bey einer Entfernung, wo der durch das Holz und durch die Luft fortgepflanzte

*) Annales de Chimie. To. LIII. p. 64 f. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXI. S. 437. ff.

Schall, beyde noch gehört wurden, kam der erſte lange vor dem zweyten ins Ohr, und wenn das Ohr ſich an dem andern Ende der Barriere in der größten Entfernung befand, wurde der Schall durch das Holz mit einer ſolchen Geſchwindigkeit fortgepflanzt, daß es ſchwer war, einen Unterſchied zwiſchen den Augenblicken, da man den Schlag ſah, und da man ihn hörte, wahrzunehmen. Daſſelbe Reſultat fand Statt, wenn der Schlag durch Metalle ſich fortpflanzte, immer ſchien der Schall inſtantan durchzulaufen.

Alle dieſe und einige andere Verſuche mit tiefen und höhern Tönen ließen folgende Folgerungen zu:

1. Die Geſchwindigkeit des Schalles iſt verſchieden nach Verſchiedenheit des Mediums, welches ihn fortpflanzt.

2. Dieſe Geſchwindigkeit iſt weit größer, wenn der Schall durch feſte und ſehr dichte Körper, als wenn er durch luftförmige und weniger dichte Mittel fortgepflanzt wird.

3. Haben tiefe und hohe Töne gleiche Geſchwindigkeit.

Dieſe von Haſſenfratz und Gay-Luſſac angeſtellten Verſuche bewieſen zwar, daß ſich der Schall durch feſte Körper ſchneller als in der Luft fortpflanzt; allein die Entfernungen waren zu klein, um dieſe Geſchwindigkeiten meſſen oder nur einiger Maaßen ſchätzen zu können. Herr Chladni *) hat aber bereits ein ſchönes Mittel angegeben, die Geſchwindigkeit, womit ſich der Schall durch feſte Körper verbreitet, durch Longitudinalbeſtimmungen zu beſtimmen. Er bringt nämlich einen Stab von bekannter Länge durch Streichen in ſchwingende Bewegung; die Tonhöhe deſſelben verglichen mit der, welche beym Schwingen einer Luftſäule von gleicher Länge in einer Orgelpfeife entſteht, giebt das Verhältniß der Geſchwindigkeiten, womit ſich der Schall durch den feſten Körper und durch die Luft fortpflanzt. Auf dieſe Art

*) Die Akuſtik. Leipzig. 1802. 4. S. 226.

fand Chladni, daß ſich der Schall durch Zinn $7\frac{1}{2}$, durch Silber 9, durch Kupfer beynahe 12, durch Eiſen und Glas ungefähr 17, durch verſchiedene Hölzer ungefähr zwiſchen 11 und 17, durch gebrannten Thon 10 bis 12 mal geſchwinder fortpflanze, als durch die Luft.

Herr Biot [α]) erweiterte die von Haſſenfratz und Gay-Luſſac angeſtellten Schallverſuche durch feſte Körper, und bediente ſich zu denſelben Röhren von Waſſerleitungen, welche aus Metall gegoſſen, und zuſammengelöthet waren, ſo daß ſie eine Länge von 951 Metern oder 488 Toiſen ausmachten. Er hatte in dem entgegengeſetzten Ende in einem eiſernen Ringe von gleichem Durchmeſſer, wie die Röhre, eine Anſchlagglocke nebſt einem Hammer anbringen laſſen, den man mittelſt eines Zuges nach Belieben fallen laſſen konnte. Man hörte an dem andern Ende den Schall ganz deutlich zweymal, das eine mal durch das Metall, das andere Mal durch die Luft, und zwar durch das Metall $10\frac{1}{2}$ mal geſchwinder. Die erſten Verſuche wurden in Vereinigung mit Herrn Bouvard angeſtellt. Die Zwiſchenzeit des hörbaren Schalls durch das Metall und die Luft wurde mittelſt Chronometer mit halben Sekunden ſorgfältig beobachtet. Die letzten Verſuche wurden in Verbindung mit Herrn Martin angeſtellt, wo die Röhren zuſammengeſchroben waren.

Herr Benzenberg [β]) bemerkt, daß Biot ſich keiner guten Inſtrumente zu ſeinen Beobachtungen bedient habe; die Chronometer wären zu ſolchen Beobachtungen eben ſo ungeſchickt, als jede andere Sekundenuhr; eine Tertienuhr würde weit beſſer geweſen ſeyn. Daher iſt er auch der Meinung, daß des Herrn Chladni's Beſtimmung, nach welcher die Geſchwindigkeit des Schalls durch Eiſen 17 mal größer, als durch die Luft iſt, richtiger ſey, als Herr Biot angegeben habe. Dagegen

---

α) Mémoires de la societé d'Arcueil. Vol. II. p. 403. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXX. S. 407.

β) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXVII. S. 221.

ſcheint Herr Muncke *) Biot's Verſuchen ein größe-res Zutrauen zu ſchenken. Chladni führt aber an, daß wenn auch die Röhren, womit Biot Verſuche angeſtellt habe, von Eiſen geweſen wären, gleichwohl wegen der Zuſammenlöthung mehrerer Stücke, wo folglich an vielen Stellen ein geringerer Zuſammenhang und eine Fortleitung durch heterogene Mittel ſtatt finde, die Geſchwindigkeit bey weitem nicht ſo groß ſeyn, als ſie durch einen ununterbrochenen eiſernen Draht oder Stab von derſelben Länge ſeyn würde.

Ueber die Fortpflanzung des Schalls durch Waſſer hat beſonders Herr Muncke Unterſuchungen angeſtellt. Nach ſeiner Meinung pflanzt ſich der Schall in den Flüſſigkeiten, welche tropfbar ſind, nicht, wie bey expanſiblen Flüſſigkeiten, durch Elaſticität fort, ſondern vielmehr durch Stoß, welchen ein Theil dem andern, wie die an einander liegenden elaſtiſchen Kugeln, mittheilt. Seine Verſuche gaben folgende Reſultate:

1. Das Waſſer leitet den Schall ungleich ſchneller als die Luft, und faſt eben ſo ſchnell, als die feſten Körper, fort.

2. Die vorzüglichſte Schwächung bey einem in der Luft erregten Schalle, kommt von dem Wechſel heterogener Medien her, beſonders bey dem Uebergange aus einem dünnen Mittel in ein dichteres.

Auch Queckſilber leitet den Schall, und zwar noch ſtärker, als Waſſer. Selbſt Eis leitet ihn.

Schatten, blauer (Zuſ. z. S. 404. Th. IV.) Der Akadem. Herr F. v. Paula Schrank β) hat einige Bemerkungen über die blaue Farbe des Himmels entfernter Gebirge, der Birkenwaldungen, des Flammengrundes an brennenden Kerzen und der wäſſerichten Milch gemacht. Man habe, ſagt er, faſt allgemein die blaue Farbe des Himmels mit dem blauen Schatten verbunden,

---

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLVIII. S. 68.
β) Denkſchriften der Königl. Akad. d. Wiſſenſchaften zu München für das Jahr 1813. S. 51.

und die eine Erſcheinung durch die andere zu erklären geſucht. Sie ſeyn auch wirklich ſehr eng mit einander verknüpft, doch glaubt der Verfaſſer ſie trennen zu müſſen, weil die Grundurſache in beyden Fällen nicht ganz auf einerley Art wirke. Wenn im erſtern Falle ein gewiſſer Grad von Finſterniß durch blaues Licht erhellet wird, ſo werde im letztern das Licht ſelbſt gefärbt. Mondlicht, welches z. B. in ein dunkles Zimmer fiel, projicirte die Fenſter deſſelben auf dem Fußboden ſo, daß ſie in einiger Entfernung geſehen ſich weiß darſtellten. Kam man näher hinzu, ſo hatte das Licht einen gelblichen Schein, in beyden Fällen zeigte ſich der Schatten des Fenſterkreuzes ſchwarz. Nun ward das Ganze von der Ferne her durch das Licht einer Kerze erleuchtet. Der Schatten des Fenſterkreuzes verſchwand, und ſeine Stelle nahm die Beleuchtung der Kerze ein, d. h. ſie ſah völlig ſo aus, wie der übrige von der Kerze beleuchtete Fußboden; aber das beleuchtete Fenſterbild erſchien nun nach dem Urtheile aller Herbeygerufenen blaß hellblau. Der Verfaſſer weiß ſich dieſe Erſcheinung nur dadurch zu erklären, daß die Lichtſtrahlen des Mondes, welche in den höchſt fein aufgelöſeten Dunſttheilchen der Atmoſphäre vorbeygingen, eine Beugung erlitten, und das hauptſächlich dem ſchwächſten und biegſamſten Theile des Lichts, nämlich dem blauen begegne, der ſich dann in jenem weißen Lichte auf dem Fußboden darſtellte, aber dann erſt einen wahrnehmbaren Eindruck auf das Auge mache, wenn das damit vermiſchte weiße Licht durch ein entferntes Kerzenlicht gleichſam gedämpft, oder weniger blendend gemacht werde. Die blaue Farbe des Himmels möge von einer ähnlichen Beugung des an den Dunſttheilchen nahe vorübergehenden Lichts herrühren, das übrige weiße Licht, welches zwiſchen den Dunſttheilchen ohne Beugung durchgeht, werde aber im gegenwärtigen Falle durch die Lichtleere des hinter der Atmoſphäre befindlichen Grundes, durch das Dunkel des unendlichen Raumes geſchwächt. Gegen dieſe Er-

klärung bemerkt der Herr Recenſent in der Götting. gelehrt. Zeit. *), daß man mit Recht fragen könne, warum denn nicht auch das complementaire Licht zu jenen Blauen, das rothe und gelbe, eben ſo gut durch die angegebene Schwächung des weißen, wahrnehmbar werde. Wo blaues Licht vom weißen ſich trenne, erſcheine auch das übrige gefärbte, wenn das letztere keine Bindung oder Abſorption erleide. Er möchte weit eher die blaue Farbe des Himmels von einer Brechung des Lichts in den ponderablen Beſtandtheilen der Luft ſelbſt ableiten, wobey der blaue Theil durchgehe, und die übrigen farbigen Theile verſchluckt in den unendlichen Raum zurückgeworfen, oder ſonſt für unſer Auge unwirkſam gemacht würden, völlig wie bey den ſo genannten gefärbten Gläſern. Es ſey daher wahrſcheinlich, daß einem entfernten Planetenbewohner unſere Erde in einem röthlichen Lichte erſcheine, wie uns der Mars, weil von dem Sonnenlichte, welches auf die Lufttheilchen falle, der blaue Theil hindurchgehe, der complementaire dagegen in den unendlichen Raum reflektirt werde.

Schießpulver (Zuſ. z. S. 420. Th. IV.) Nach neuern Verſuchen in Frankreich hat man gefunden, daß ein Pulverſatz von 70 Pfund Salpeter, 16 Pfund Kohle und 14 Pfund Schwefel ein Schießpulver liefert, welches eine größere Schußweite gab, als das nach dem alten hier angeführten Miſchungsverhältniß verfertigte. In der Berliner Pulverfabrik wurden zum Pulverſatz 72 Pfund Salpeter, 13½ Pfund Schwefel, 14½ Pfund Kohle genommen. In Schweden iſt gewöhnlich das Verhältniß der Beſtandtheile zu dem Kanonen- und Musketen-Pulver einerley; jenes iſt nur etwas gröber, als letzteres. Man nimmt nämlich zum Pulverſatz 76 Pfund Salpeter, 15 Pfund Kohle und 9 Pfund Schwefel. In andern Ländern iſt das Miſchungsverhältniß der Beſtandtheile, aus welchen das Schießpul-

*) Göttinger gelehrte Anz. vom Jahre 1814.

ver verfertigt wird, verſchieden. Indeſſen iſt es aber der Schwefel nicht, welcher als Hauptbedingung des ſichern und leichtern Feuerfanges im Pulver vorhanden ſeyn müſſe; vielmehr iſt die Kohle der eigentliche Beſtandtheil des Schießpulvers, welcher durchs Anſchlagen des Steins an der Pfanne ſich entzündet, die Zerſetzung des Salpeters und die Erzeugung der gasförmigen Produkte bewirkt; der Schwefel dient nur dazu, die angefangene Entzündung zu unterhalten, und weiter zu verbreiten. Durch folgenden einfachen Verſuch geht das Geſagte deutlich hervor. Auf recht fein zertheilte ganz trockene Kohle ſchlage man mit Stahl und Stein Funken, die Entzündung wird ohne Schwierigkeit erfolgen; dagegen wird ſich ganz fein geſtoßener Schwefel auf dieſe Art nie entzünden. Die Erfahrung lehrt aber doch, daß ganz ohne Schwefel bereitetes Schießpulver ſehr ungünſtige Reſultate liefert, und daß jederzeit zu dem wirkſamſten Schießpulver Schwefel in einem gewiſſen beſtimmten Verhältniſſe gemiſcht ſeyn müſſe.

Herr Prouſt [α]) hat in mehreren Abhandlungen über das Schießpulver eine Menge von Verſuchen über das beſte Verhältniß der Miſchungstheile des Pulvers angeſtellt, und zugleich zu zeigen ſich bemühet, was für Rollen der Salpeter, die Kohle und der Schwefel bey der Entzündung deſſelben ſpielen. Auch von den Herrn Bottée und Riffault [β]) ſind mehrere Verſuche über die Wirkung des Schießpulvers angeſtellt worden.

Bey allen dieſen Bemühungen iſt jedoch die phyſikaliſche Theorie des Schießpulvers noch immer räthſelhaft und dunkel. Ob es gleich bekannt iſt, was für elaſtiſche

---

α) Journal de physique. Années 1810-1814.

β) Traité de l'art de fabriquer la poudre à canon etc. accompagnè de quarante et deux planches. p. M. M. *Buttée* et *Riffault*. 4. Paris: ins Deutſche überſetzt von Fried. Wolff unter dem Titel: Anweiſung das Schießpulver zu bereiten u. ſ. w. von Bottée und Riffault. Berlin 1816.

Flüſſigkeiten ſich bey Entzündung des Schießpulvers augenblicklich entwickeln, welchen die bewundernswürdige wirkende Kraft zugeſchrieben werden muß; ſo iſt doch immer noch nicht dieſer wichtige Umſtand erörtert, wodurch auch mittelſt des kleinſten Fünkchens die ungeheure Menge von Wärme urplötzlich erzeugt wird, welche in einem Augenblicke eine große Menge Pulvers in gasartige Flüſſigkeiten zu verflüchtigen im Stande iſt; ja ſelbſt in dem Falle, wenn das Pulver in einem genau verſchloſſenen Raume eingeſchloſſen iſt, wo folglich kein Zutritt der atmoſphäriſchen Luft Statt finden kann.

Da überdem hinreichend bekannt iſt, daß in einem möglichſt luftleeren Raume gar keine Entzündung des Schießpulvers bewerkſtelligt werden kann, ſo ließe ſich die ſehr wichtige Frage aufſtellen, was die geringe in einem verſchloſſenen Raume zurückgebliebene atmosphäriſche Luft, in welchem eine Quantität Pulver ſich befindet, zur Entzündung des Pulvers beytrage, und aus welcher Quelle überhaupt die große Menge Wärme ſich ergießt, welche bey den ſo erſtaunlichen Wirkungen des Schießpulvers eine ſo große und wichtige Rolle ſpielt?

Bey der Anwendung des Pulvers zur Sprengung feſter Maſſen, z. B. Steinmaſſen in Steinbrüchen von einander zu trennen, hat man in den neuern Zeiten die Beobachtung gemacht, daß lockere klein zertheilte Subſtanzen, z. B. Sand, Mehl, Sägeſpäne u. dergl. unter Pulver gemiſcht, die erſtaunenswürdige Wirkung des Schießpulvers noch um einen außerordentlichen Grad erhöhen. Will. Jeſſop *) führt einen ſolchen Verſuch zuerſt an. Es ließ nämlich derſelbe bey Sprengung ſehr harter Felsſtücke auf die Pulverladung im Bohrloche loſen Sand ſchütten, bis das Loch ganz voll war; wider alle ſeine Erwartung gelang dieſer Verſuch aufs vollkommenſte. Nach der Zeit ſind von mehreren dergleichen Verſuche mit dem erwünſchten Erfolge angeſtellt

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXII. S. 113 ff.

worden, und Will. Nicholſon erzählt, daß Flintenläufe durch eine Ladung, auf welche Sand geſchüttet war, zerſprengt worden ſind, wobey er zugleich bemerkt, daß Schießpulver durch Sand zu ſperren, nicht bloß um Felſen, Steine, oder Holzknobben zu ſprengen, ſondern auch zum Vernichten der Artillerie, wenn ſie im Begriff ſey, dem Feinde in die Hände zu fallen, vortheilhaft gebraucht werden könne. Dieſe Methode, bey den Sprengarbeiten ſich des Pulvers mit einem loſen Ueberſchütten des Sandes zu bedienen, wurde nach der Zeit mit dem glücklichſten Erfolge vielfältig wiederholt. Baduel fand, daß Kleie, Sägeſpäne, Aſche und andere lockere Subſtanzen dieſelbe Wirkung, als der lockere Sand, hervorbrechten, welches nachher durch mehrere Erfahrungen vollkommen beſtätigt wurde, auch alsdann, wenn alle dieſe lockern Subſtanzen, mit dem Pulver ſelbſt ſind gemengt worden.

Ueber die Urſache dieſer mächtigen Wirkung ſind die Meinungen der Phyſiker verſchieden. Nach Jeſſop rührt ſie daher, daß die Sandtheilchen, welche das Pulver berühren, zuerſt in Bewegung kommen, und, ehe die Bewegung den andern mitgetheilt iſt, ſich zwiſchen ihnen feſtgeklemmt haben. Bertrand *) iſt der Meinung, daß bey dieſer Erſcheinung das Schießpulver, der Sand, und die Elaſticität der Luft zuſammen vereint auf folgende Art wirken: im Augenblicke, wenn das Pulver ſich entzündet, weicht der Sand; ſogleich aber ſtößt ihn die Luft wegen ihrer Elaſticität zurück, ſo wie ſie den Flügel des Vogels nach jedem Schlagen zurück ſtößt. Die comprimirte, aus dem Pulver entbundene elaſtiſche Flüſſigkeit preßt nun zum zweyten Male gegen die Felſenmaſſe, dringt in die Poren derſelben, und ſprengt ſie aus einander. Pictet glaubt dagegen, daß Luft, welche ſich zwiſchen Pulver und Kugel oder Pfropf befindet, nicht den geringſten Antheil an der Verſtärkung der Exploſiv-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXII. S. 236 ff.

kraft habe, ſondern daß dieſe lediglich darauf beruhe, daß ſich zwiſchen der Ladung und dem zu überwältigenden Hinderniſſe ein Zwiſchenraum befinde. Er ſucht dieſe Wirkung lieber auf folgende Art zu erklären: So geſchwind ſich auch das Schießpulver entzündet, ſo fehlt doch gar viel daran, daß dies augenblicklich geſchehe. Es ſey bekannt, daß bey ſtarker Ladung ein Theil des Pulvers entzündet aus dem Stücke herausfliege. Aus der Thatſache, daß das Pulver ſich ſucceſſiv entzünde, folge aber, daß die elaſtiſche Flüſſigkeit ſich durchaus allmählig entwickele, und durch alle Grade von Geſchwindigkeit durchgehe, die zwiſchen Ruhe und dem Maximum, daß ſie in gegebener Zeit und in einem gegebenen Raume erreichen könne, zwiſchen inne liege. Berühre die Kugel oder der Pfropf die Ladung, ſo würden auch ſie allmählig aus der Stelle geſchoben, und dabey vergrößere ſich der Raum, in welchem ſich die Wirkung der elaſtiſchen Flüſſigkeit entwickele, wenn auch nicht mit derſelben Geſchwindigkeit, womit dieſer Raum ſich mit jener Flüſſigkeit zu erfüllen ſtrebe, wenigſtens doch immerfort, wobey keine plötzliche und heftige Reaction Statt finde. Finde dagegen die elaſtiſche Flüſſigkeit einen freyen Raum vor ſich, um ſich vollſtändig entbinden zu können, bevor irgend etwas aus der Stelle gewichen ſey; ſo wirke ſie nun mit ihrer ganzen erlangten Geſchwindigkeit auf die unbeweglichen und beweglichen Wände der Pulverkammer, die ſie umſchlöſſen, und jeder Punkt der Oberfläche dieſer Kammer leide in demſelben untheilbaren Augenblicke denſelben Impuls eine Summe von Wirkungen, welcher die Cohärenz ſchwerlich zu widerſtehn vermöge; daher das Zerreißen. Die Geſchwindigkeit, welche die Theilchen der elaſtiſchen Flüſſigkeit erlangt hätten, ſey alsdann ſo unglaublich, daß die Trägheit der ſie umgebenden beweglichen Maſſe, für den Augenblick, in welchem ſie überwunden werden ſolle, dieſe Maſſe eben ſo ſtark, als die Cohäſion die unbeweglichen Theile, widerſtehen mache, und dieſe letztern zerriſſen, bevor die Kugel oder der

Pfropf Zeit gehabt hätten, merklich ihre Stelle zu verändern. Beyde hätten überdies nur einem wenig bedeutendern Theile der geſammten Expanſivkraft zu widerſtehen, welcher durch das Verhältniß der Oberfläche dieſes beweglichen Theils zu der der ganzen Kammer beſtimmt werde. Was daraus für eine Wirkung entſtehen müſſe, das veranſchauliche der ganz gemeine Verſuch, daß ein Schlag auf den Pfropf, wenn eine Bouteille ganz voll Flüſſigkeit ſey, und ſie den Pfropf berühre, die ſtärkſte Bouteille zerbreche; wegen der Flüſſigkeit und Incompreſſibilität pflanze ſich nämlich der Schlag in demſelben Augenblicke auf alle Theile der innern Oberfläche der Flaſche fort, und dadurch werde der auf eine kleine Fläche wirkende Schlag ſo ausnehmend verſtärkt. Gilbert bemerkt aber gegen dieſe Erklärung, daß Nicholſon's Verſuchen mit einem horizontal liegenden Flintenlaufe zu Folge zu erhellen ſcheine, daß das Pulver den Sand etwas fortſchiebe, alſo ſich ſelbſt einen größern Raum ſchaffe. Er möchte daher zweifeln daß die Wirkung bedeutend zunehmen werde, wenn man den Sand nicht unmittelbar auf das Pulver ſchütte. Auch ſehe er nicht recht ein, warum, wenn ein Zwiſchenraum zwiſchen Pulver und Pfropf vorhanden ſey, die Expanſivkraft des entzündenden Pulvers plötzlich und mit einem Male, und nicht eben ſo gut allmählig, als wenn das nicht der Fall ſey, auf die Wände und den Pfropf wirken ſollte. Die Erhöhung der Wirkung möchte er noch immer dem Umſtande zuſchreiben, daß, wenn das Pulver locker liege, die Entzündung ſich ſchneller durch die ganze Maſſe verbreite, und daß bey vier Mal mehr Raum in der Pulverkammer, als das Pulver einnehme, ſich vier Mal mehr elaſtiſche Flüſſigkeit entbunden haben müſſe, um ſie mit gleicher Dichtigkeit zu füllen, weshalb es längere Zeit dauern müſſe, bevor in dieſem Falle derſelbe Grad der Wirkung erreicht werde, da dann das Pulver Zeit habe, ſich vollſtändig zu entzünden und mit ſeiner geſammten Kraft zu wirken.

Prechtl α) ſuchte vorzüglich Bertrand's Meinung hinreichend zu widerlegen, und glaubte, daß die Reaction, welche der mehr oder weniger lockere Sand dem Pulverdampfe entgegenſetzt, einzig und allein aus den Geſetzen der Bewegung beym Stoße der Körper erklärbar ſey. Hiermit ſtimmte auch im allgemeinen v. Buſſe β) bey, ob er gleich noch anführt, daß außer den Geſetzen des Stoßens noch andere ausgemachte Gründe zugegen wären, welche zur Bewirkung des Phänomens ebenfalls das Ihrige beytrügen. Zuletzt bemerkt aber v. Buſſe, daß Prechtl wenigſtens das Verdienſt habe, zuerſt einen von den wahren Hauptgründen angezeigt zu haben. Indeſſen führt der Prediger Aug. Dietrich γ) an, daß Prechtl bey ſeinen Erklärungen zwey ganz unerweisliche Vorausſetzungen angenommen habe; die eine nämlich, daß ein Sandkorn zwiſchen abſoluter Härte, und abſoluter Elaſticität, das Mittel halte; und die andere, daß alle Sandkörner als gleich an Größe angenommen werden könnten. Das erſtere ſey ſchlechterdings nicht zu erweiſen, und letzterm widerſpreche die Erfahrung ſchon auf dem erſten Anblick durch das unbewaffnete Auge. Nach Dietrich's Meinung läßt ſich vielmehr eben auf die Erfahrung, daß die Sandmaſſen aus ungleich größern Körnern beſtehen, eine genügendere Erklärung jener wunderbaren Erſcheinung gründen. Seiner Anſicht zu Folge ſucht er ſie auf folgende Art zu erklären: Beym Abbrennen eines Feuergewehrs habe das explodirende Pulver nichts weiter zu überwinden, als das Reiben, welches der Pfropf an den innern Wänden des Laufs verurſache; denn das Gewicht des Pfropfes, oder der Ladung überhaupt, könne gegen die Kraft des Pulvers wohl gar ſelten in Betrachtung kommen. Sey die Kraft, welche erfordert werde, das Reiben zu überwinden, ſtärker als der Zuſammenhang des Materials, woraus der

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXIII. S. 353.
β) Ebendaſelbſt. B. XXIV. S. 353 ff.
γ) Ebendaſelbſt. B. LVI. S. 44 ff.

Lauf beſtehe, ſo müſſe derſelbe zerſpringen. Gefährlicher für ihn werde es noch, wenn der Pfropf ſich nicht nur an den Wänden ſtark reibe, ſondern auch an einigen Theilen derſelben in ihre Fläche eindringe, oder ſich an ihr feſthalte; weswegen auch eingeroſtete Schüſſe den Lauf einer Flinte leicht ſpringen machten.

Beym Zerſprengen eines Geſteins oder Blockes u. dgl. ſuche man daher das Reiben des Pfropfes an den Wänden des Bohrloches ſo ſtark als möglich zu machen, auch wohl harte Theile des letztern in erſtere hineinzutreiben; aber doch werde, der Erfahrung zu Folge, der Pfropf ſehr oft herausgetrieben. Wollte man dies daraus erklären, daß bey einem ſchnellen Stoße, der geſtoßene Körper verhältnißmäßig reagire, ſo würde man vergeſſen: 1. daß dieſe Reaction auch bey dem Pfropfe Statt finde, und 2. daß im Laufe doch nicht blos der Sand, ſondern auch die ganze das Pulver einſchließende Fläche reagire, und folglich alles im vorigen Verhältniſſe bleibe. Es müſſe daher dieſe Wirkung aus andern Naturgeſetzen erklärt werden. Dietrich bemühet ſich, auf eine anſchauliche Art darzuthun, daß bey der Vorausſetzung ungleich großer rauher Sandkügelchen dieſelben durch die Kraft des Pulvers, welche ſich nach allen möglichen Richtungen vertheilt, mehr nach den Seitenwänden der Röhre getrieben wurden, und dadurch eine erſtaunliche Preſſung gegen dieſelben verurſachten. Dabey ſey nun noch folgender Hauptumſtand in Betrachtung zu ziehen, daß nämlich die Theile der Sandmaſſe an einander gepreßt würden, und zwar in einer Richtung, in welcher ein Gewölbe von Außen nach Innen gedruckt werde; daß die Wände des Laufs hingegen auseinander, d. h. in der Richtung gedrückt werden, in welcher ein Gewölbe von Innen nach Außen gepreßt wird. Gegen dieſe Erklärung Dietrich's hat Prechtl [a]) mehrere Gegenbemerkungen gemacht, und die ſeinige mit neuen Gründen

[a]) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LVI. S. 325. ff.

zu unterſtützen geſucht. Dietrich hat jedoch ſeine Erklärung gegen Prechtl's Einwürfe vertheidigt, und einige von ſeinen Vorausſetzungen näher beſtimmt.

Merian [α]) iſt mit allen dieſen Erklärungen nicht zufrieden, ihm ſcheint vielmehr die eigentliche Urſache dieſelbe zu ſeyn, wie die jener bekannten Erfahrung, daß ein thönerner Pfeifenſtiel, der an zwey Haaren hängt, durch einen ſchnellen Schlag zerbrochen werden kann, ohne daß die Haare reißen, da hingegen ein langſamer Schlag die Haare zerreißt, ohne daß der Pfeifenſtiel beſchädigt wird. Es ſey nämlich eine längere Zeit erforderlich, um den durch Entzündung des Pulvers entwickelten Impuls den loſen über einander liegenden Theilen des Pfropfs, als der ungleich feſtern zuſammenhangenden Felsmaſſe mitzutheilen. Beſtände der Pfropf aus einer eben ſo feſten Maſſe als das Geſtein, theilte ſich ihm folglich der Impuls eben ſo geſchwind mit, ſo würde die Kraft der Pulverdämpfe ſehr bald hinreichen, ihn herauszuwerfen. Da aber eine nicht unmerkliche Zeit verfließe, bis der Stoß, welchen die dem Pulver zunächſt liegenden Schichten des Pfropfes erhielten, zu den entfernteſten ſich fortpflanze, ſo theile ſich während dieſer Zeit die Entzündung einer größern Menge von Pulverkörnern mit, die ausdehnende Kraft im Innern wachſe, und werde groß genug die Cohäſion des Geſteins zu überwinden, ehe noch der ganze Pfropf in Bewegung geſetzt ſey.

Nach le Plat's [β]) Meinung werden die untern Schichten des Sandes durch die Exploſion des Pulvers nicht nur ſehr ſchnell zuſammengedruckt, ſondern auch ſeitwärs ſo feſt an die Wände des Bohrlochs gepreßt, daß bey der dadurch erzeugten Reibung und dem Widerſtand der Wände, ſie den obern Schichten die Bewegung nicht geſchwind genug mittheilen, und daß dieſe dann noch in Ruhe ſeyn können, wenn die Sprengung

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LVII. S. 419. f.
β) Ebendaſelbſt. B. LVIII. S. 208.

erfolgt. Da jedoch dieſer Erfolg von der Feſtigkeit des Geſteins, ſo wie von der Beſchaffenheit des Sandes und von der Güte des Pulvers abhängig iſt, ſo laſſen ſich auch keine allgemeinen zuverläſſigen Rechnungen darauf begründen.

Nach Mayer *) rührt dieſe Wirkung wohl davon mit her, daß in dem Augenblicke, da die aus dem Pulver ſich entwickelnden elaſtiſchen Flüſſigkeiten mit Gewalt in die Zwiſchenräume einer lockern Maſſe eindringen, ſolche ſich nothwendig im Durchmeſſer vergrößern, und ſo gleichſam aufquellen muß, wodurch ſie eine heftige Reibung an den feſten Wänden, womit ſie umgeben iſt, erleiden wird. Dadurch entſteht ein verzögertes Vorwärtsſchieben derſelben, wodurch das Pulver Zeit gewinnt, ſich ganz zu entzünden, und ſo die vergrößerte Wirkung hervorzubringen.

Schlag, elektriſcher (Zuſ. z. S. 434. Th. IV.) Ob die Entſtehung der Hexen- oder elektriſchen Zauberringe durch das Einſchlagen des Blitzes, oder durch das Wachſen des Agaricus orgades hergeleitet werden kann, bleibt immer noch zweifelhaft. So führt beſonders Herr Helm eine Erſcheinung von bogenförmigen Streifen an, welche durch einen Blitzſtrahl entſtanden zu ſeyn ſcheinen.

Schmelzen (Zuſ. z. S. 442. Th. IV.) In den neuern Zeiten hat man mit Hülfe des Galvanismus ein ſehr kräftiges Mittel erhalten, äußerſt hohe Grade von Hitze, und dadurch das Schmelzen und Verbrennen höchſt ſtrengflüſſiger Körper hervorzubringen. M. ſ. Batterie, galvaniſche.

Noch intenſiver ſind die Hitzgrade, welche ſich durch eine Mengung von Waſſerſtoff- und Sauerſtoffgas, mit welchem die Flamme eines Gebläſes oder eines Löthrohres genähert wird, hervorbrigen laſſen. M. ſ. Knallluftgebläſe.

*) Anfangsgründe der Naturlehre. §. 510.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß die Schmelzbarkeit weder durchaus mit der Härte, noch mit der Cohärenz, noch mit der Flüchtigkeit, noch mit der Dichtigkeit der Subſtanzen im Verhältniſſe ſtehe. Indeß muß doch in allgemeinen behauptet werden, daß die cohärenten Stoffe die ſtrengflüſſigern ſind.

Schmelzgrade und andere merkwürdige Hitzgrade der verſchiedenen Subſtanzen ſind in folgender Tafel enthalten:

1. Schmelzpunkte bey Temperaturen unter 0° der Hunderttheil-Skale

Salpeterſäure	— 55°	C.	=	— 44°	Reau.
Ammoniak	— 50°	—	=	— 40°	—
Schwefeläther	— 43,75°	—	=	— 35	—
Queckſilber	— 38,75	—	=	— 31	—
Blauſäure	— 15°	—	=	— 12	—
Terpentinöl	— 10	—	=	— 8	—
Bergamotöl	— 5	—	=	— 4	—
Flußſäure	— 5	—	=	— 4	—
Eyweiß	— 4	—	=	— 3,2	—
Weineſſig	— 2,5	—	=	— 2	
Milch	— 1,25	—	=	— 1	
Waſſer	0		=	0	

2. Schmelzgrade bey Temperaturen über 0° Cc.

Olivenöl	+ 2,5°	C.	=	+ 2°	Reau.
Anisöl	10	—	—	8	—
Talg	36	—	—	28,8	—
Phosphor	45	—	—	36	—
Wallrath	45	—	—	36	—
Kalium	57,5	—	—	46	—
Wachs, rohes	61,11	—	—	48,88	—
— gebleichtes	68,63	—	—	54,66	—
Natrium	90	—	—	72	—
Schwefel	112,5	—	—	90	—
Jod	175	—	—	140	—
Tellur	177,5	—	—	142	—
Wismuth	247,5	—	—	198	—
Zinn	267,5	—	—	214	—
Bley	325	—	—	260	—
Zink	370	—	—	296	—
Stibium	431,25	—	—	345	—
Emailfarben	6°	Wedgewood			
Meſſing	21	—	—		
Silber	22	—	—		
Kupfer	27	—	—		

Gold	32	Wedgewood
Gußeiſen	130	— —
Kobalt	130	— —
Nickel	150	— —
Stabeiſen	158	— —
Mangan	160	— —

Palladium Molybdän Uranium Tungſten Chrom	Faſt unſchmelzbar und nur in der Schmiedehitze in kleinen Kügelchen zu erhalten.
Titan Cerium Osmium Iridium Rhodium Platin Columbium	Unſchmelzbar im Schmiedeofen, ſchmelzbar mittelſt des Knallgasgebläſes.

Mit Hülfe des Knallluftgebläſes ſind beſonders von D. Clarke *) ſehr merkwürdige Schmelzverſuche angeſtellt worden, durch welche hinreichend dargethan wurde, daß es keine abſolut feuerbeſtändige, und auch unter Anwendung hinreichenden Drucks keine unſchmelzbare Subſtanz gebe.

Das Platin ſchmolz augenblicklich, als es der Einwirkung des flammenden Gaſes ausgeſetzt wurde, und fiel in Tropfen herab. Platindraht ſchmelzte nicht blos, ſondern fing ſelbſt Feuer, und verbrannte mit einem lebhaften und ſchönen Funkenwerfen, wie Eiſendraht in Lebensluft. Palladium ſchmolz wie Bley. Reiner Kalk ging in wachsgelbe Verglaſung über. Die Schmelzung deſſelben war beſtändig mit einer leckenden purpurrothen Farbe verbunden. Das Schmelzen der Talkerde war mit einer Verbrennung vergeſellſchaftet. Strontianerde ſchmolz mit einer Flamme von intenſiver Amethyſtfarbe und nach einigen Minuten zeigte ſich eine kleine längliche

*) *Brande's* journal of science and the arts. N. I. p. 65. N. III. p. 104. sqq. *Thomson's* Annals of philosophy. May 1816. p. 376. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LV. S. 3. ff.

Maſſe glänzendes Metall in der Mitte. Kieſelerde ſchmolz augenblicklich zu einem dunkel orangefarbenen Glaſe, welches zum Theil verflüchtigt wurde. Alaunerde ſchmolz ebenfalls mit großer Schnelligkeit zu Kügelchen eines gelben durchſichtigen Glaſes. Bey dieſen Verſuchen wurde mit gleichem Erfolge ſowohl Platin, als auch Graphit und Kohle zur Unterlage angewendet. Die Alkalien wurden geſchmolzen und in demſelben Augenblicke verflüchtigt, da ſie mit der Flamme in Berührung kamen, und zwar mit deutlichen Merkmalen der Verbrennung.

Bergkryſtall, weißer Quarz, edler Opal, Feuerſtein, Chalcedon, ägyptiſcher Jaspis, Zircon, Spinell, Saphir, Topas, Cymophan, Pycuit, Andaluſit, Wawellit, Rubellit, Hyperſten, Cyanit, Talk, Serpentin, Hyalit, Lazulit, Gadalinit, Leucit, Apatit, Peruvianiſcher Smaragd, Sibiriſcher Beryll, Topfſtein, Talkerdenhydrat, baſiſch-ſchwefelſaure Alaunerde, chineſiſcher Pagodit, isländiſcher Spath, gemeine Kreide, Arragonit ſchmolzen ſämmtlich entweder zu einem Glaſe oder Email; der Spinell erlitt theilweiſe Verbrennung und Gewichtsverluſt.

Setzte man Gold auf Pfeifenthon der Flamme aus, ſo wurde es mit einem Ring von der ſchönſten Roſenfarbe umgeben und verflüchtigte ſich bald.

Kupferdraht ſchmolz ſchnell, ohne zu brennen; Meſſingdraht verbrannte ſehr lebhaft; ſtarker Eiſendraht wurde ſehr ſchnell verbrannt; Graphit ſchmolz zu einem magnetiſchen Kügelchen. Rothes Titanoxyd ſchmolz unter theilweiſer Verbrennung zu einem dunkel gefärbten Korne. Rothe eiſenſchüſſige Kupferblende, Platinoxyde, graues Manganoxyd, kryſtalliſirtes Manganoxyd, Wolfram, Schwefelmolybdän, kieſel- und kalkerdehaltiges Titanium, ſchwarzes Kobaltoxyd, Pechblende, kieſelerdehaltiges Ceriumoxyd, chromſaures Eiſen und Iridiumerz wurden ſämmtlich, bis auf die beyden letzten, mit eigenthümlichen und meiſtentheils ſehr glänzenden Erſcheinungen in den metalliſchen Zuſtand zurückgeführt. Glimmer,

Amianth, Asbeſt ſchmolzen vor der Flamme gerade wie Wachs. Beſonders merkwürdig war die Schmelzung des zu Aigle gefallenen Meteorſteins, und ſeine Verwandlung in Eiſen.

Schwefel (Zuſ. z S. 461. Th. IV.) **Berthollet** [α]) der jüngere wollte aus genau angeſtellten Verſuchen gefunden haben, daß der Schwefel nicht einfach, wie bisher angenommen worden, ſondern aus Schwefel und Waſſerſtoff zuſammengeſetzt ſey. Auch Davy glaubte, daß man den Waſſerſtoff als einen Beſtandtheil des Schwefels annehmen müſſe; ja er führte ſogar noch den Sauerſtoff als einen andern Beſtandtheil des Schwefels auf. Allein Thenard und Gay-Luſſac [β]) zeigten, daß ſich Davy geirrt habe, und Davy ſelbſt ſcheint den Sauerſtoff nicht mehr als Beſtandtheil im Schwefel anzuerkennen, ſo wie er auch den Waſſerſtoff, als weſentlichen Beſtandtheil des Schwefels, für problematiſch zu halten ſcheint. Es läßt ſich aber der Waſſerſtoff, jedoch nicht unmittelbar, mit dem Schwefel verbinden; man kann Schwefel in Waſſerſtoffgaſe ſchmelzen, ohne daß ſie eine Vereinigung mit einander eingehen. Wenn ein im Minimum geſchwefeltes Metall, z. B. geſchwefeltes Eiſen, in verdünnter Schwefelſäure aufgelöſet, und das Metall dabey auf Koſten des Waſſers oxydirt wird; ſo läßt daſſelbe gerade nur diejenige Menge Schwefel fahren, welche zur Sättigung des frey gewordenen Schwefels erforderlich iſt, ſo daß kein Schwefel im Uebermaße abgeſetzt wird. Dabey entwickelt ſich das geſchwefelte Waſſerſtoffgas in Geſtalt einer beſtändigen Gasart, welche wie bekannt, **Schwefelwaſſerſtoffgas**, ſonſt auch **hepatiſches Gas** genannt wird. Es beſteht dies Gas aus 5,824 Theilen Waſſerſtoff, und 94,176 Schwefel. Berzelius giebt das ſpecifiſche Gewicht 1,181, Gay-Luſſac 1,1912, und Thomſon 1,180 an.

α) Philosophic. Transact. for 1809.
β) Recherches phisico-chimiques, Tom. I. p. 187 sqq.

Auch kann ſich der Schwefel noch in einem andern Verhältniſſe mit dem Waſſerſtoffe verbinden, und giebt dabey den geſchwefelten Waſſerſtoff in tropfbarer flüſſiger Geſtalt. Man gewinnt denſelben, wenn man eine concentrirte Auflöſung von geſchwefeltem Kalium, das aus kohlenſauren Kali durch Schmelzen mit Ueberſchuß an Schwefel bereitet worden iſt, in verdünnte Salzſäure in kleinen Portionen eintröpfelt. Die Radikale der Alkalien verbinden ſich, in der Schwefelleber, mit einer nach Verhältniß weit größern Menge Schwefel, als das Eiſen im Schwefeleiſen, daher, wenn dieſe Verbindungen durch Säuren zerlegt werden, ſich mehr Schwefel ausſcheidet, als erforderlich iſt, um mit dem, bey der Oxydation des Metalls frey gewordenen Waſſerſtoffe Schwefel-Waſſerſtoffgas darzuſtellen.

Wenn man eine Säure tropfenweiſe in die Schwefelauflöſung hineinthut, ſo ſchlägt ſich Schwefel nieder, indem Schwefel=Waſſerſtoff in Gasform entweicht. Wenn man aber umgekehrt die Schwefelauflöſung in die Säure gießt, ſo tritt der meiſte Schwefel mit dem Waſſerſtoff in Verbindung, und es wird der tropfbar flüſſige Schwefel=Waſſerſtoff erzeugt. Soll dieſer Vorgang gelingen, ſo müſſen die Flüſſigkeiten weder zu concentrirt noch zu verdünnt ſeyn und im lauwarmen Zuſtande unter ſtetem Umſchütteln vermiſcht werden. Dabey bildet ſich ein gelblicher ölähnlicher Körper, der zu Boden ſinkt, und der, wenn nicht allzuviel Schwefel-Waſſerſtoff in Gasform entweicht, durchſichtig iſt. Warum ſich dieſer Körper nur in einer ſauren Flüſſigkeit bildet, kann jetzt noch nicht genügend erklärt werden.

Der tropfbar flüſſige Schwefel-Waſſerſtoff zerſetzt ſich nach und nach in Schwefel und in Schwefel-Waſſerſtoffgas, ſelbſt in gut zugeſtopften Flaſchen, welche davon leicht zerſprengt werden können. Sammlet man ihn auf Löſchpapier, ſo verfliegt erſt etwas Schwefel-Waſſerſtoffgas, dann aber bleibt eine gelbliche, den Fingern wie Terpentin anklebende, halbdurchſichtige Maſſe zurück,

welche einen eigenen, dem des Schwefel-Waſſerſtoffgaſes unähnlichen widerlichen Geruch hat, und welche erſt nach einigen Tagen völlig erſtarrt.

Wenn man den tropfbar flüſſigen Schwefel-Waſſerſtoff noch in der ſauren Flüſſigkeit erhitzt, ſo kann dieſe ziemlich lange gekocht werden, ehe er ganz in Schwefel-Waſſerſtoffgas und Schwefel zerlegt wird. Die Dämpfe der kochenden Flüſſigkeit, nachdem ſie nicht mehr ſo ſtark nach Schwefel-Waſſerſtoffgas riechen, haben den eigenthümlichen Geruch der öläḧnlichen Verbindung, greifen die Naſe und die Augen an, und ſetzen auf kalte Körper eine trübe, milchähnliche Flüſſigkeit ab.

Die Zuſammenſetzung dieſes Körpers iſt noch nicht ausgemittelt. Sollte der Waſſerſtoff darin mit einer der höchſten Schwefelungsſtufe des Kaliums entſprechenden Menge Schwefel verbunden ſeyn, ſo wäre er darin mit 5 mal ſo viel Schwefel, wie im Schwefel-Waſſerſtoffgaſe, vereinigt. Da aber, bey der Bildung dieſer Verbindung, immer etwas Schwefel-Waſſerſtoffgas entwickelt wird, ſo wäre es wohl möglich, daß er mehr Schwefel enthielte.

In feſter Geſtalt erhält man eine Verbindung von Schwefel mit einem noch geringern Antheile von geſchwefeltem Waſſerſtoffe, wenn man geſchwefeltes Kalium mit irgend einer Säure füllt, die in kleinen Portionen zugeſetzt wird. Dabey entweicht das Schwefel-Waſſerſtoffgas mit Brauſen, und es ſchlägt ſich ein milchweißes Pulver nieder. Dies Pulver beſteht aus Schwefel und und einem ſehr geringen Antheile von geſchwefeltem Waſſerſtoffe, der durch Erwärmung leicht ausgetrieben werden kann. Gewöhnlich nennt man es præcipitirten Schwefel.

Mit dem Stickſtoffe geht der Schwefel gar keine Vereinigung ein, ob man gleich vormals der Meinung war, daß das hepatiſche Waſſer von Aachen geſchwefelten Stickſtoff enthalte, jetzt iſt es aber ausgemacht, daß dies der Fall nicht iſt.

Mit dem Sauerſtoff verbindet ſich der Schwefel in vier beſtimmten Verhältniſſen, wodurch verſchiedene Säuren entſtehen. Die Verbindung von 100 Theilen Schwefel mit 149,7 Sauerſtoff giebt die Schwefelſäure; 100 Theile Schwefel mit 100 Theilen Sauerſtoff ſtellt die ſchweflichte Säure dar; 100 Theile Schwefel mit 50 Theilen Sauerſtoff bildet Schwefeloxyd; und endlich 100 Theile Schwefel mit 125 Theilen Sauerſtoff giebt das Schwefeloxydul. M. ſ. die nächſtfolgenden Artikel.

Auch der Kohlenſtoff verbindet ſich mit dem Schwefel, jedoch bey höhern Temperaturen, in mehreren ungleichen Verhältniſſen, und bildet Schwefel-Kohlenſtoff in feſter, flüſſiger und Gasgeſtalt. Ein Gemenge von Schwefel und Kohlenpulver, welches einer höhern Temperatur ausgeſetzt wird, giebt dieſe Verbindung nicht, weil ſich ſchon der Schwefel bey einer weit niedrigern Temperatur, als zu dieſer Verbindung erfordert wird, verflüchtigt. Es müſſen vielmehr Schwefeldämpfe über glühende Kohlen gelaſſen werden, wodurch eine Verbindung beyder Stoffe bewirkt, und durch eine gehörige Vorrichtung, als ein flüchtiger Körper oder Schwefel-Kohlenſtoff, mittelſt der pnevmatiſchen Wanne aufgefangen werden kann.

Wenn man ein Gemenge von Wachs oder Zucker mit Schwefel deſtillirt, ſo erhält man, neben Schwefel-Waſſerſtoff, eine große Menge tropfbar flüſſigen Schwefelkohlenſtoff, welcher aber von brenzlichem Oele verunreinigt iſt.

Der Schwefelkohlenſtoff beſteht aus 100 Theilen Schwefel und 18,72 Theilen Kohlenſtoff. Es wurde derſelbe zuerſt von Lampadius entdeckt, welcher ihn zufällig bey Deſtillation eines Schwefelkieſes mit Kohle erhielt, nachher aber nicht von neuem wieder hervorbringen konnte. Er nannte ihn Schwefel-Alkohol. Nicht lange darauf entdeckten ihn von neuem Clement und Desformes, und gaben zugleich eine Methode ſeiner Bereitung an, wobey ſie zeigten, daß er aus Schwefel und

Kohle zuſammengeſetzt ſey. Berthollet der jüngere ſuchte zu beweiſen, daß er keine Kohle, ſondern Schwefel und Waſſerſtoff enthalte, wie auch Lampadius angenommen hatte. Clüzel glaubte gefunden zu haben, daß dieſer Körper Waſſerſtoff, Kohle, Stickſtoff und Schwefel enthalte. Endlich bewieſen Berthollet der ältere, Vauquelin und Thenard, daß er aus Schwefel und Kohle ohne Waſſerſtoff zuſammengeſetzt ſey *). Auch Berzelius und Marcet beſtätigten die letztere Meinung durch einige gemeinſchaftlich angeſtellte Verſuche.

Mit dem Chlor verbindet ſich der Schwefel ſehr ſchnell. Thomſon entdeckte zuerſt dieſe Zuſammenſetzung, indem er Chlorgas durch Schwefelblumen ſtreichen ließ. Noch leichter erhält man die Verbindung, wenn man Schwefel in einer Retorte erhitzt, welche Chlor enthält. Sie ſtellt ſich in einer flüſſigen Geſtalt dar, welche über 200° Fahr. flüchtig iſt, und in den kalten Theil der Retorte übergeht. Bey reflectirtem Lichte geſehen erſcheint dieſe Subſtanz roth, aber bey durchfallendem Lichte gelblich grün. Ihr Geſchmack iſt ſauer, brennend und bitter; an der Luft ſtößt ſie Dämpfe aus, die faſt wie Seegras, nur ſtärker, riechen. Ihr ſpecifiſches Gewicht iſt 1,7. Das trockene Lackmuspapier wird von ihr nicht vollkommen geröthet. Schüttelt man ſie mit Waſſer, ſo wird letzteres durch das Erſcheinen des Schwefels getrübt, ſehr ſauer und in Salzſäure und Schwefelſäure verwandelt. Nach den Verſuchen H. Davy's abſorbiren 10 Gran reiner Schwefel faſt 80 Cubikzoll Chlor, ſo daß die Zuſammenſetzung ungefähr 2 Theile Schwefel auf 4,5 Chlor enthält. In dieſem Zuſtande nimmt ſie kein Chlor mehr auf, löſet aber noch einen beträchtlichen Theil Schwefel unter Vermittelung der Wärme auf, und erlangt davon eine braungelbe Farbe.

Auch das Jod geht eine leichte Verbindung mit dem Schwefel ein. Es läßt ſich dieſelbe auf folgende Art

---

*) Annales de chimie. Tom. LXXXIV. p. 72. sqq. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLIII. S. 421. ff.

darſtellen: Man miſche Jod und Schwefel in einer Glasröhre, und ſetze dieſe Miſchung einer Hitze aus, in welcher der Schwefel ſchmilzt. Die dadurch entſtandene Verbindung iſt graulich ſchwarz und hat ein ſtrahliges Gefüge, welches dem des Schwefelantimonium ähnlich iſt. Wird das Jodid mit Waſſer deſtillirt, ſo entbindet ſich das Jod.

M. ſ. chemiſches Wörterbuch v. Klaproth und Wolff. Artikel: Schwefel, Handwörterbuch der praktiſchen Chemie von Ure. Artikel: Schwefel.

Schwefelſäure (Zuſ. z. S. 469. Th. IV.) Vogel *) hat über die weißen Dämpfe, welche das ſächſiſche Vitriolöl ausſtößt, nähere Unterſuchungen angeſtellt. Sie bilden, wenn ſie in einen mit Eis erkalteten Recipienten übergetrieben werden, eine feſte ſeidenartige und zähe ſchwer zu zerſchneidende Maſſe, welche mit dem Asbeſt einige Aehnlichkeit hat. Bringt man ſie in kleinen Quantitäten ins Waſſer, ſo erregt ſie ein ziſchendes Geräuſch, wie rothglühendes Eiſen, das man mit Waſſer in Berührung bringt; in größern Quantitäten bewirkt ſie eine Art von Exploſion. Durch Zuſatz von $\frac{1}{5}$ Waſſer verwandelt ſie ſich in gewöhnliche Schwefelſäure. Sie löſet den Schwefel auf und nimmt eine blaue, grüne, oder braune Farbe, nach dem Verhältniß des aufgelöſeten Schwefels an.

In England wird die Schwefelſäure auf folgende Art gewonnen: man ſtellt eine Miſchung von 8 Theilen Schwefel und 1 Theile Salpeter in einen eigenen Gefäß in ein luftdicht verſchloſſenes Zimmer von beträchtlicher Größe, welches überall mit Bley ausgeſchlagen und auf dem Boden mit einer nicht hohen Waſſerſchicht verſehen iſt. Iſt die Miſchung angezündet, ſo brennt ſie eine beträchtliche Zeit; das Waſſer ſaugt die ſchweflichten Dämpfe ein, wird nach und nach immer ſaurer, und endlich durch

---

*) Journal für Chemie und Phyſik. B. IV. S. 21. ff.

Deſtillation gewinnt man die Schwefelſäure. Man war bey dieſer Operation immer der Meinung, daß der Sauerſtoff der auf dieſe Art gewonnenen Schwefelſäure von dem Salpeter herrühre. Allein Clement und Deſormes zeigten, daß dieſe Meinung irrig ſey. Denn 100 Theile Salpeter gaben bey zweckmäßiger Behandlung mit der gehörigen Menge Schwefel 2000 Theile concentrirte Schwefelſäure, dieſe enthalten 1200 Theile Sauerſtoff, während 100 Theile Salpeter nur $39\frac{1}{2}$ Theil Sauerſtoff enthalten, mithin nicht $\frac{1}{30}$ von demjenigen Sauerſtoffe, welchen man nachher in der erzeugten Schwefelſäure findet. Es blieb daher der Urſprung der 1200 Theile Sauerſtoff in der Schwefelſäure unerklärbar. Clement und Deſormes gaben daher folgende Theorie dieſes Prozeſſes an: Indem der brennende Schwefel oder die ſchwefichte Säure vom Salpeter einen Theil ſeines Sauerſtoffs erhält, bildet er Schwefelſäure, die ſich mit dem Kali verbindet, und etwas ſalpetrige und Salpeterſäure in Dämpfen entbindet. Dieſe Dämpfe werden durch die ſchweflige Säure in Stickſtoffoxydgas zerſetzt. Dies Gas iſt von Natur etwas ſpecifiſch ſchwerer als die Luft, und durch die Wärme jetzt ausgedehnt ſteigt es ſehr ſchnell bis zur Decke des Zimmers, wo es durch eine angebrachte Oeffnung entweicht. Im Augenblicke aber, wo das Stickſtoffoxydgas mit dem atmoſphäriſchen Sauerſtoff in Berührung kommt, bilden ſich ſalpetrigſaure Dämpfe. Da dieſe aber eine beträchtliche ſpecifiſche Schwere haben, ſo fallen ſie auf das Schwefelfeuer nieder, und werden in Schwefelſäure verwandelt. Sie machen alsdann auf die beſchriebene Art einen Kreislauf, und ſinken mit einer neuen Ladung von Sauerſtoff nieder u. ſ. w., wodurch der Schwefel im Brennen beſtändige Nahrung erhält. So erhellt es, daß ein kleines Volumen von Salpeterdampf durch ſeine abwechſelnden Verwandlungen in Oxyd und Säure und durch ſeine darauf folgenden Zwiſchenveränderungen eine große Quantität Schwefel zu ſäuren im Stande iſt.

Dieſe von Clement und Deſormes aufgeſtellte Theorie wurde von H. Davy *) dahin modificirt, daß ſeinen Verſuchen zu Folge das Stickſtoffoxydgas nicht die Wirkung auf ſchwefeliges Gas habe, es ohne Waſſer in Schwefelſäure zu verwandeln. Nach ihm geht der Prozeß über die Bildung der Schwefelſäure auf folgende Art von Statten: Der Schwefel erzeugt während des Verbrennens gasförmige, ſchweflichte Säure; die im Salpeter enthaltene Säure wird zerſetzt, und giebt Salpetergas. Kommt dies mit dem Sauerſtoffe der atmoſphäriſchen Luft in Berührung, ſo wird gasförmige ſalpetrichte Säure erzeugt, welche nicht vermögend iſt, die ſchweflichte Säure in Schwefelſäure zu verwandeln, es ſey denn, daß Waſſer zugegen wäre. Sind daher folgende Stoffe: Waſſer, gasförmige ſalpetrichte Säure und gasförmige ſchweflichte Säure nur in einem gewiſſen Verhältniſſe vorhanden, ſo verbinden ſie ſich, und ſtellen eine weiße, kryſtalliniſche Maſſe dar. Bey der großen Menge Waſſer, welche gewöhnlich bey dieſer Schwefelſäurebereitung angewendet wird, zerſetzt ſich augenblicklich die Zuſammenſetzung, und es bildet ſich Schwefelſäure und Salpetergas. Letzteres verwandelt ſich in der atmoſphäriſchen Luft wieder in gasförmige ſalpetrichte Säure, und der Prozeß erneuert ſich ganz nach denſelben Grundſätzen der Zuſammenſetzung und Zerſetzung gemäß, bis das auf den Boden des Behältniſſes befindliche Waſſer ſtark ſauer geworden iſt. Folgender Verſuch beſtätigt die Richtigkeit dieſer Theorie: Man miſche trockene, gasförmige ſchweflichte Säure und gasförmige ſalpetrichte Säure zuſammen, und zwar laſſe man erſtere in eine Glaskugel, welche zum Theil luftleer gemacht iſt, und gasförmige ſalpetrichte Säure enthält, treten. Unter den Gasarten wird keine Einwirkung erfolgen. Bringt man aber einen Tropfen Waſſer hinein, ſo erfolgt unmittelbar eine Verdichtung,

---

*) Elements of chemical Philoſophy. Pars I. p. 276. sqq. Ueberſetzung von Wolff. B. I. S. 248. ff.

und es legt ſich an der innern Wand des Gefäßes ein ſehr weißer kryſtalliniſcher Anflug an. Enthält aber die Glaskugel eine hinreichende Menge Waſſers, ſo entwickelt ſich mit großer Lebhaftigkeit Salpetergas, und man findet, daß das Waſſer eine Auflöſung von Schwefelſäure ſey.

Wie der Schwefel mit dem Salpeter auf die zweckmäßigſte Art verbrannt wird, um die größte Menge Vitriolöl zu erhalten, iſt noch jetzt ein Problem, über deren Auflöſung die Chemiker nicht einig ſind. **Thenard** giebt folgendes Verfahren als das beſte an: An der einen Seite des mit Bley ausgelegten Zimmers, und einen Fuß über den Boden desſelben, wird eine eiſerne Platte, welche oben mit einem Rand verſehen iſt, horizontal auf einen Ofen gelegt, deſſen Zug unter den Boden der Stube wegläuft, ohne eine Verbindung mit derſelben zu haben. Auf dieſe Platte, welche in einer kleinen Stube eingeſchloſſen iſt, legt man das Gemenge von Schwefel und Salpeter. Nachdem das Zimmer verſchloſſen und der Boden des großen Zimmers mit Waſſer bedeckt iſt, wird im Ofen ein gelindes Feuer angemacht. Der Schwefel entzündet ſich bald, woraus die angeführten Produkte ſich entwickeln. Iſt die Verbrennung vollendet, was man durch ein kleines, an der Fallthüre des Zimmers befindlichen Fenſter wahrnehmen kann, ſo öffnet man die Fallthür, nimmt das ſchwefelſaure Kali vom Ofen weg, und erſetzt es durch eine neue Miſchung von Schwefel und Salpeter. Unterdeſſen wird die Luft im Zimmer erneuert, indem man die Thür und eine gegenüber befindliche Klappe öffnet. Nachdem dieſe Oeffnungen wieder verſchloſſen ſind, wird der Ofen von neuem geheitzt. Auf dieſe Art werden mehrere Vermiſchungen verbrannt, bis die Säure ein ſpecifiſches Gewicht von 1,390 erlangt hat. Die Säure wird alsdann durch Hähne abgezapft und concentrirt.

Nach **Ure** gewinnt man reines Vitriolöl durch Deſtillation ohne alle Gefahr auf folgende Art: Man nimmt eine gläſerne Retorte, welche 2 bis 4 Quart Waſſer hält,

ſchüttet in dieſelbe ungefähr 1 Pinte Schwefelſäure (auch einige Glasſtückchen), und verbindet die Retorte mit einem kugelförmigen Recipienten mittelſt einer Glasröhre, welche 4 Fuß lang iſt und im Durchmeſſer 1 bis 2 Zoll hält. Dieſe Röhre ſchließt an beyden Enden ſehr locker. Die Retorte wird über ein Kohlenfeuer geſtellt, und die Wärme darf nur gelinde auf den Boden derſelben einwirken. Wenn die Säure anfängt lebhaft zu kochen, ſo entſtehen von Zeit zu Zeit plötzliche Exploſionen eines ſehr ſchweren Dampfes, wodurch kleine Gefäße jederzeit zerſchmettert werden. Bey dem großen Raume der Retorte und des Recipienten, und bey der Communication mit der äußern Luft an den beyden äußerſten Enden der Röhre, können aber die Ausdehnungen ohne die geringſte Gefahr Statt finden. Würde man aber die Retorte einer ſehr ſtarken Hitze ausſetzen, ſo würden die Dämpfe ſich ſo ſtark entwickeln, daß ohne Zweifel dadurch der ganze Apparat zertrümmert würde; denn die Exploſionen ſind eben ſo ſchnell, wie die des Schießpulvers.

Das ſpecifiſche Gewicht einer ſo concentrirten Säure bey 60° Fahr. beträgt 1,8452; Dalton ſetzt es auf 1,850, welches aber nach Ure irrig iſt. Ure giebt an, daß die Menge Waſſers, welche in 100 Theilen concentrirtem und reinen Vitriolöl vorhanden iſt, genau ſcheine durch 18,46 ausgedruckt werden zu können. Uebrigens ſtellte er genaue Verſuche an, um das Verhältniß zwiſchen der ſpecifiſchen Schwere eines verdünnten Vitriolöls und der Stärke ſeiner Säure zu finden. Die Reſultate ſind in folgender Tafel enthalten:

flüſſige Säure	ſpecif. Gew.	trockne Säure	flüſſige Säure	ſpecif. Gew.	trockne Säure	flüſſige Säure	ſpecif. Gew.	trockne Säure	flüſſige Säure	ſpecif. Gew.	trockne Säure
100	1,8485	81,54	75	1,6520	61,15	50	1,3884	40,77	25	1,1792	20,38
99	1,8475	80,72	74	1,6415	60,34	49	1,3788	39,95	24	1,1706	19,57
98	1,8460	79,90	73	1,6321	59,52	48	1,3697	39,14	23	1,1626	18,75
97	1,8439	79,09	72	1,6204	58,71	47	1,3612	38,32	22	1,1549	17,94
96	1,8410	78,28	71	1,6090	57,59	46	1,3530	37,51	21	1,1480	17,12
95	1,8376	77,46	70	1,5975	57,08	45	1,3440	36,69	20	1,1410	16,31
94	1,8336	76,65	69	1,5868	56,26	44	1,3345	35,88	19	1,1330	15,49
93	1,8290	75,83	68	1,5760	55,45	43	1,3255	35,06	18	1,1246	14,68
92	1,8253	75,02	67	1,5648	54,63	42	1,3165	34,25	17	1,1165	13,86
91	1,8179	74,20	66	1,5503	53,82	41	1,3080	33,43	16	1,1090	13,05
90	1,8115	73,39	65	1,5390	53,00	40	1,2999	32,91	15	1,1019	12,23
89	1,8043	72,57	64	1,5280	52,18	39	1,2913	31,80	14	1,0953	11,41
88	1,7962	71,75	63	1,5170	51,37	38	1,2826	30,98	13	1,0887	10,60
87	1,7870	70,94	62	1,5066	50,55	37	1,2740	30,17	12	1,0809	9,78
86	1,7774	70,12	61	1,4960	49,74	36	1,2654	29,35	11	1,0743	8,97
85	1,7673	69,31	60	1,4860	48,92	35	1,2572	28,54	10	1,0682	8,15
84	1,7570	68,49	59	1,4760	48,11	34	1,2490	27,72	9	1,0614	7,34
83	1,7465	67,68	58	1,4660	47,29	33	1,2409	26,91	8	1,0544	6,52
82	1,7360	66,86	57	1,4560	46,48	32	1,2334	26,09	7	1,0477	5,71
81	1,7245	66,05	56	1,4460	45,66	31	1,2260	25,28	6	1,0405	4,89
80	1,7120	65,23	55	1,4360	44,85	30	1,2184	24,46	5	1,0336	4,08
79	1,6993	64,42	54	1,4265	44,03	29	1,2108	23,65	4	1,0268	3,26
78	1,6870	63,60	53	1,4170	43,22	28	1,2032	22,83	3	1,0206	2,446
77	1,6750	62,78	52	1,4073	42,40	27	1,1956	22,01	2	1,0140	1,63
76	1,6630	61,97	51	1,3977	41,58	26	1,1876	21,20	1	1,0074	0,8154

Miſcht man 1 Theil Schnee mit 4 Theilen concentrirtem Vitriolöl von 0° Wärme, ſo wird die Temperatur der Miſchung + 100°. Läßt man dieſe nachher bis auf 0° erkalten, und mengt man ſie dann mit dreymal ſo viel Schnee; ſo entſtehen 20 bis 25° Kälte. Der Grund davon iſt, daß die Säure zuerſt Waſſer chemiſch, als Kryſtallwaſſer, bindet, und daß dabey, wie bey allen chemiſchen Verbindungen, eine Menge Wärmeſtoff frey wird, daß aber nachher, wenn der erkalteten Säure, noch mehr Schnee zugeſetzt wird, dieſer von der flüſſigen

Säure aufgelöſet wird, und von ihr Wärme aufnimmt, um ebenfalls flüſſig zu werden, ganz ſo, wie es der Fall iſt, wenn Salze durch Löſung im Waſſer geſchmolzen werden.

Wird Schwefelſäure mit Waſſer vermiſcht, ſo wird das Volumen des Gemiſches, nach dem Abkühlen kleiner als das Volumen von beyden zuſammengenommen vorher war. Gleiche Theile Säure und Waſſer gemiſcht und zu ihrer urſprünglichen Temperatur abgekühlt, verlieren $\frac{29}{1000}$ oder ziemlich 3 Prozent von ihrem erſten Volumen. Dieſer Condenſation der Vermiſchung ſchrieb man anfänglich die Wärmeentwickelung beym Mengen der Säure und des Waſſers zu; allein nachher hat die Erfahrung gewieſen, daß das eigentlich von der chemiſchen Vereinigung der waſſerhaltigen Säure mit einem neuen Antheile Waſſer herrühre, und man hat nachher gefunden, daß es Flüſſigkeiten giebt, welche beym Zuſammenmiſchen Wärme entwickeln, ungeachtet das Gemiſch nachher bey gehöriger Abkühlung ein größeres Volumen einnimmt, als die gemiſchten Flüſſigkeiten vor der Vermiſchung einnahmen, wie z. B. Weingeiſt und Waſſer, wenn beyde in gewiſſen Verhältniſſen gemiſcht werden.

M. ſ. Lehrbuch der Chemie von Berzelius B. I. 1823. S. 428. ff. Handwörterbuch der praktiſchen Chemie von Ure. Art. *Acidum sulphuricum.*

Schwefelſäure, flüchtige (Zuſ. z. S. 473. Th. IV.) Das ſpecifiſche Gewicht der gasförmigen ſchweflichten Säure beträgt nach Thenard und Gay-Luſſac 2,2553, nach Dalton 2,3, nach H. Davy 2,2295 und nach Ure 2,222, das der atmoſphäriſchen Luft als 1 angenommen.

Nach Berzelius beſteht dieſe Säure aus 50,144 Theilen Schwefel und 49,856 Sauerſtoff, oder 100 Theile Schwefel verbinden ſich in ihr mit 99,42 Theilen Sauerſtoff, ſo daß der Schwefel in der Schwefelſäure $1\frac{1}{2}$ mal ſo viel Sauerſtoff aufnimmt, als in der ſchweflichten Säure.

Schwefeloxyd, unterſchweflichte Säure (Acidum subsulphurosum, acide hyposulfureux) (N A.). Gay-Luſſac α) kam auf die Vermuthung, daß die Säure in den geſchwefelten ſchweflichtſauren Salzen eine eigenthümliche Säure ſeyn möchte, in welchen die Grundlage mit dem Schwefel und der ſchweflichten Säure zugleich verbunden ſey, oder in welchen beyde zuſammen eine Menge Grundlage ſättigten, welche die ſchweflichte Säure für ſich allein würde neutraliſiren können. Dieſe Vermuthung wurde endlich im Jahre 1819 durch ſehr intereſſante Verſuche von Herſchel β) aufs vollkommenſte beſtätigt.

Dieſe Säure kann man noch nicht iſolirt darſtellen; ſie wird, ſobald man ſie auf naſſem Wege aus ihren Verbindungen auszuſcheiden ſucht, zerſtört, indem Schwefel ſich niederſchlägt und ſchweflichte Säure in der Flüſſigkeit zurückbleibt. Sie bildet ſich, wenn entweder ſchweflichtſaure Salze in verſchloſſenen Gefäßen mit gepulvertem Schwefel digerirt werden, oder wenn in Waſſer aufgelößtes Schwefelkalium ſo lange der Luft ausgeſetzt wird, bis daſſelbe beynahe farbenlos geworden iſt, oder noch leichter, wenn Zink- oder Eiſenfeile in tropfbar flüſſiger ſchweflichter Säure aufgelöſet werden, wo man die Säure dann auf andere Grundlagen z. B. Erden und Alkalien, übertragen kann, wenn man die Metallſalze mit ſolchen niederſchlägt. Bey dieſen Auflöſungen nimmt das Zink oder Eiſen die Hälfte des in der ſchweflichten Säure befindlichen Sauerſtoffs auf, und mit der andern Hälfte des Sauerſtoffs bildet der Schwefel die neue Säure, und in den ſo erzeugten Salzen enthalten die Säure und die Grundlage gleiche Menge Sauerſtoff.

Wenn man in den Auflöſungen der mit dieſer Säure gebildeten Salze eine ſtärkere Säure tropfenweiſe zuſetzt, ſo wird jene frey und erhält ſich für einen Augenblick

---

α) Annales de chimie. Tom. LXXXV.
β) Edinburgh Philosophical Jour. 1819.

unzerſetzt in der Auflöſung; nach einigen Minuten trübt ſich die Flüſſigkeit, es wird Schwefel niedergeſchlagen und der Geruch nach ſchweflichter Säure bemerkbar.

Dieſe Säure beſteht aus 66,80 Theilen Schwefel, und 33,20 Theilen Sauerſtoff, oder 100 Theile Schwefel beſitzen 50 Theile Sauerſtoff, mithin iſt der Schwefel darin mit halb ſo viel Sauerſtoff, als in der ſchweflichten Säure verbunden.

M. ſ. Lehrbuch der Chemie von Berzelius. B. I. S. 438. ff. Handwörterbuch der praktiſchen Chemie von Ure. Artikel: *Acidum subsulphurosum.*

Schwefeloxydul, Unterſchwefelſäure (Acidum subsulphuricum, acide hyposulfirique) (N. A.). Dieſe Säure iſt erſt im Jahre 1819 von Gay-Luſſac und Welther entdeckt worden. Man gewinnt ſie, indem man einen Strom von ſchweflichtſaurem Gas über das ſchwarze Manganoxyd ſtreichen läßt. Die daher entſtandene Verbindung löſet man im Waſſer auf, worin das überſchüſſige Manganoxyd abgeſchieden wird. Aetzendes Baryt füllt das Mangan, und bildet mit der neuen Säure ein ſehr auflösliches Salz, welches durch einen Strom Kohlenſäure vom überſchüſſigen Baryt befreyet, regelmäßig wie ſalpeterſaurer oder ſalzſaurer Baryt kryſtalliſirt. Nachdem man auf ſolche Art unterſchwefelſauren Baryt erhalten hat, ſetzt man der Auflöſung mit großer Vorſicht Schwefelſäure zu, welche den Baryt niederſchlägt, und die Unterſchwefelſäure im Waſſer zurückläßt. Dieſe Säure verträgt unter dem Recipienten der Luftpumpe eine ſehr beträchtliche Concentration. Sie characteriſirt ſich durch folgende Eigenthümlichkeiten:

1. Durch die Hitze wird ſie in ſchweflichte und Schwefelſäure zerſetzt.

2. Mit Baryt, Strontit, Kalk, Bley und Silber bildet ſie auflösliche Salze.

3. Die unterſchwefelſauren Salze ſind ſämmtlich auflöslich.

4. Vermiſcht man ihre Auflöſungen mit Säuren, ſo geben ſie nur in dem Fall ſchwefelige Säure, wenn die Miſchung von ſelbſt heiß, oder künſtlich erhitzt wird.

5. Bey hoher Temperatur laſſen ſie einen großen Theil ſchwefelige Säure frey, und werden in neutrale ſchwefelſaure Verbindungen verwandelt.

Dieſe Säure beſteht aus 44,59 Theilen Schwefel und 55,41 Theilen Sauerſtoff, oder in 100 Theilen Schwefel ſind 125 Theile Sauerſtoff enthalten.

M. ſ. Handwörterbuch der praktiſchen Chemie von Ure. Artikel: *Acidum subsulphuricum.*

Schwere, ſpecifiſche (Zuſ. z. S. 505. Th. IV.). Die genaue Kenntniß der ſpecifiſchen Gewichte der verſchiedenen Gasarten iſt bey vielen phyſiſch-chemiſchen Unterſuchungen von ſolcher Wichtigkeit geworden, daß eine genauere Unterſuchung derſelben höchſt nöthig war. Wenn man auch auf eine ganz gleichmäßige Art ein und dieſelbe Gasart, unter derſelben Luftpumpe und mit den nämlichen Wagen durch genau angeſtellte Verſuche in Anſehung ſeines Gewichts bey gleichem Raume zu beſtimmen ſucht, ſo fallen doch die Reſultate derſelben, wenn ſie an verſchiedenen Tagen ſind gemacht worden, nie übereinſtimmend aus. Es können daher dergleichen gemachte Erfahrungen nie vergleichbar ſeyn, wofern ſie nicht vorher diejenigen Correctionen erfahren haben, nach welchen ſie vergleichbar werden können.

Zuerſt iſt bekannt, daß der Druck der Atmoſphäre veränderlich iſt. Da nun dieſer auch auf die in dem offenen gewogenen Gefäße enthaltene Luft wirkt, ſo muß ſie die Dichtigkeit, ſo wie das Gewicht derſelben ändern, je nachdem der Luftdruck ſtärker oder ſchwächer wird. Es iſt alſo dies eine von den Urſachen, welche die Anbringung der Correctionen verlangen. Einen ähnlichen Einfluß bewirkt die Temperatur, indem beym gleich bleibenden Drucke der Atmoſphäre bewirkt ſie eine Verdün-

nung oder eine Verdichtung der Luft, je nachdem ſie ſteigt oder ſinkt. Sie muß alſo ebenfalls hiebey berückſichtigt werden.

Dieſelben Urſachen werden einerley Wirkungen auf die Gewichte aller übrigen Gasarten hervorbringen, wenn ſie in das, zuvor luftleer gemachte Gefäß, gebracht werden. Man wird daher auch bey ihnen auf die Stärke des Drucks und auf den Grad der Temperatur, unter welchen ſie in das Gefäß gebracht werden, Rückſicht zu nehmen haben.

Ferner behält das Gefäß, in welches die Luft gebracht wird, nicht immer dieſelbe Weite; denn, je nachdem die Temperatur ſteigt oder fällt, dehnt ſich die Luft aus, oder condenſirt ſich, und vergrößert oder verkleinert dadurch das Volumen des Gefäßes; auch dies wird mit in Rechnung gebracht werden müſſen.

Endlich iſt es auch noch bekannt, daß die atmoſphäriſche Luft, ſo wie alle übrige Gasarten, eine gewiſſe Menge Waſſerdünſte enthalten kann, welches ſich mit der Temperatur und der größern oder mindern Austrocknung, welche die Luftart erfahren hat, abändert. Es wird daher ein und daſſelbe Volumen irgend einer Luftart von verſchiedenem Gewicht ſeyn können, je nachdem es eine größere oder geringere Menge von dieſem Dunſt enthält, welcher die Stelle eines gewiſſen Theils ſeiner Maſſe einnimmt. Um alſo die Reſultate vergleichbar zu erhalten, wird man die Menge der Waſſerdünſte, welche in den zu wägenden Luftarten enthalten ſind, kennen, und bey den zu ſuchenden Reſultaten berückſichtigen müſſen; oder man wird genöthigt ſeyn, ſie durch Alkalien verſchlucken zu laſſen, damit ihre Einwirkung ohne Einfluß ſey.

Alle dieſe angeführten Urſachen werden noch eine anderweitige Einwirkung auf die Verſuche äußern, indem ſie die Dichtigkeit der, das Gefäß beym Abwägen umgebunden, atmoſphäriſchen Luft verändern. Es verliert nämlich ein Körper, welcher in eine ſchwere Flüſſigkeit

eingetaucht iſt, in derſelben von ſeinem Gewichte ſo viel, als das Gewicht der Flüſſigkeit beträgt, welches von dem eigetauchten Körper verdrängt wird. Daher wird der Gewichtsverluſt, welchen das Gefäß, voll oder leer in der freyen Luft gewogen, erleidet, ſich mit ſeinem Volumen, dem Luftdrucke, der Temperatur und dem hygrometriſchen Zuſtande der äußern Luft abändern.

Außerdem wird bey dergleichen Verſuchen vorausgeſetzt, daß mittelſt der Luftpumpe die Luft in dem Gefäße ganz rein ausgepumpt ſey; dies iſt aber nie der Fall. Bey der möglichen Sorgfalt, welche man anwenden mag, eine vollkommene Luftleere zu erhalten, wird man doch ſtets genöthigt ſeyn, eine kleine Menge elaſtiſche Flüſſigkeiten darin zurückzulaſſen, die ihre Gegenwart durch den Druck offenbaren, welchen ſie auf das, mit dem Innern der Luftpumpe in Verbindung ſtehende Barometer ausüben. Man wird daher dieſen Druck meſſen und zugleich wiſſen müſſen, ob er von einem geringen Rückſtand atmoſphäriſcher Luft oder Waſſerdunſtes oder einer Miſchung beyder herrühre.

Sind alle dieſe Angaben bekannt, ſo läßt ſich das Gewicht berechnen, welches die atmoſphäriſche Luft oder jede andere Luftart, die in dem Gefäße bey der Temperatur des thauenden Eiſes unter dem Druck von 0°,76, und bey völliger Freyheit von Waſſerdünſten enthalten iſt, beſitzt. Auf dieſe Art werden ſich ſo genau als möglich vergleichbare Reſultate der ſpecifiſchen Gewichte der verſchiedenen Luftarten angeben laſſen. Mittelſt ſolcher und ähnlicher Verfahrungsarten wurden die in folgender Tabelle angegebenen Reſultate erhalten.

Tabelle

über das ſpecifiſche Gewicht der Gasarten und Dünſte in Vergleichung mit dem der atmoſphäriſchen Luft als Einheit angenommen.

Subſtanzen.	Dichtigkeiten durch Verſuche ausgemittelt.	Dichtigkeiten aus dem Verhältniſſe der Beſtandtheile und der Zuſammenſetzung des Volumens berechnet.
atmoſphäriſche Luft	1,00000 Biot und Arago	
Sauerſtoffgas	1,10359 Biot und Arago	
Stickſtoffgas	0,96913 Biot und Arago	
Waſſerſtoffgas	0,07321 Biot und Arago	
kohlenſaures Gas	1,51961 Biot und Arago	
Ammoniumgas	0,59669 Biot und Arago . . .	0,59438 3 Waſſerſtoff u. 2 Stickſtoff zuſammengez. in 2 Vol.
ſalzſaures Gas	1,24740 Biot und Arago	
Chlor . .	2,470. Gay u. Thenard	2,421 unter Annahme, daß 1 Chlor u. 1 Waſſerſt. 2 ſalzſ. Gas bilden
Kohlenſtoffoxydgas	0,9569. Cruikſhank	0,96782 vorausgeſetzt, daß 1 Kohlenſ. weniger $\frac{1}{2}$ Sauerſtoff, 1 dieſ. Gas bilden
oxydirtes Stickgas	1,5204. Colin	1,52092 1 Stickſtoff und $\frac{1}{2}$ Sauerſtof auf 1 Vol. reducirt
Salpetergas	1,0388. Berard	
Schwefelwaſſerſtoffgas . .	1,1912 Gay u. Thenard	
ſchwefelichtſaures Gas .	2,1204 Gay u. Thenard	
ölerzeugendes Gas	0,97804. Th. v. Sauſſure	
Fluß boraxſaur. Gas	2,3709 Joh. Davy	
Kieſelerdehaltiges flußſaures Gas	3,5737 Joh. Davy	
Chlorkohlenſtoffgas	. . .	3,3888 nach J. Davy
Euchloringas	. . .	2,3782 4 Chlor u. 2 Sauerſtoff reducirt auf 5 Volumen
Jodwaſſerſtoffſäure-Gas	4,443. Gay . .	4,4288 vorausgeſetzt, daß 2 Waſſerſtoff und 1 Sauerſt. 2 Waſſerdunſt bilden
Dunſt von Waſſer	0,62349 Gay	
Dunſt von abſoluter Alkohol	1,6133 Gay	
Dunſt von Schwefeläther	2,5860 Gay	
Dunſt von Jodwaſſerſt. äther	5,4749 Gay	
Dunſt von deſtill. Terp. Oel	5,0130 Gay	
Dunſt von Schwefelkohlenſt.	2,6477 Gay	
Dunſt von Jod . .	. . .	8,6195
Dunſt von Salzäther	2,219 Thenard	
Dunſt von Kohlenſtoff	0,416 Thenard	

Zur Erläuterung der dritten Columne dienen folgende Bemerkungen. Schon vor langer Zeit hatte Gay-Luſſac die wichtige Entdeckung gemacht, daß die gasförmigen Stoffe, welche aus der chemiſchen Vereinigung mehrerer anderer gasförmigen Stoffe entſtehen, in einem beſtimmten Volumen ſtets die Volumina ihrer Beſtandtheile nach einer ganzen Zahl enthalten, und zwar ſo, daß dieſe dabey gleichzeitig in einen kleinern Raum zuſammengezogen aber in einen größern ausgedehnt worden ſind, nach einem, im Allgemeinen durch einfache Zahlen auszudrückenden, Verhältniſſe. Vervielfältigt man die Dichtigkeit eines jeden der Grundſtoffe mit einer ganzen Zahl, ſo wird man dadurch zugleich den Gewichtsausdruck für eben ſo viele Volumina eines jeden derſelben erhalten, indem die Dichtigkeit einer Gasart nichts anders iſt, als ihr Gewicht unter der Einheit des Volumens, bezogen auf das Gewicht der atmoſphäriſchen Luft als Gewichtseinheit. Addirt man dieſe Produkte, ſo erhält man das Gewicht des ganzen Volumens, welches durch die Geſammtzahl der Volumina gebildet wird. Man hat daher nur noch nöthig, dies nach dem Verhältniſſe zu reduciren, welches angenommen wnrde, nachdem die luftförmigen Stoffe bey der chemiſchen Verbindung entweder den Raum ausdehnen oder zuſammenziehen. Als Beyſpiel mag das Ammoniumgas dienen. Der Zerlegung zu Folge enthält daſſelbe 3 Volumtheile Waſſerſtoffgas in Verbindung mit 1 Theil Stickſtoffgas; nun beträgt vermöge der Dichtigkeiten beyder Grundſtoffe

das Gewicht von 3 Volumtheilen Waſſerſtoff 3 × 0,07321	= 0,21963
das Gewicht von 1 Volumtheil Stickſtoff . .	= 0,96913
die Summe oder das Gew. von 4 Volumth. der Miſchung	= 1,18876
alſo das Gewicht eines einzigen Volumtheilchens	= 0,29719
Nun iſt das Gewicht eines Volumtheilchens Ammoniumgas	= 0,59669

d. i. faſt das Doppelte des vorigen (0,29719).

Hieraus erhellt, daß ſich, bey der chemiſchen Vereinigung, jedes doppelte Volumen der vermiſchten Grundſtoffe in ein einziges zuſammenzieht. Hiernach muß die berechnete Dichtigkeit das Doppelte von 0,29719, d. i.

gleich 0,59438 ſeyn, welches auch in der That von der durch Erfahrung gefundene Dichtigkeit ſehr wenig abweicht. Die Einfachheit der Verhältniſſe der Volumina bey der chemiſchen Verbindung mehrere luftförmigen Stoffe ſcheint ein allgemeines Naturgeſetz der chemiſchen Vereinigung der Gasarten zu ſeyn.

Dieſe Vorausſetzung hat man auch analogiſch auf Subſtanzen ausgedehnt, die wir in gasförmigen Zuſtand zu verſetzen nicht vermögend ſind; und daraus die Dichtigkeit abgeleitet, welche ſie haben müßten, wenn ſie in dieſen Zuſtand gebracht würden. Die chemiſche Analyſe zeigt, daß das Sauerſtoffgas ſein Volumen nicht ändert, wenn es mit Kohlenſtoff zur Kohlenſäure zuſammentritt. Nach obiger Tabelle wiegt ein Volumen Kohlenſäure 1,51974. Zieht man davon das Gewicht eines Volumens Sauerſtoff gleich 1,10359, ab, ſo wird der Reſt 0,41602 das Gewicht des im Volumen 1 dieſer Säure enthaltenen Kohlenſtoff angeben. Mithin wird dies auch das Gewicht eines Volumens 1 Kohlenſtoffdunſt ſeyn, weil keine Verdichtung Statt gefunden hat.

Fügt man nun zum Gewicht eines ſolchen Volumen, welches 0,41602 beträgt, das Gewicht eines halben Volumen Sauerſtoff gleich 0,55179 hinzu, ſo erhält man die Summe 0,96781. Dies iſt genau die Dichtigkeit des Kohlenſtoffoxydgaſes; und man erhält dadurch eine neue Beſtimmung für ſeine Zuſammenſetzung; wonach der Kohlenſtoff in ihm mit halb ſo viel Sauerſtoff dem Gewichte nach verbunden iſt, als in der Kohlenſäure. Das nämliche Verhältniß findet zwiſchen den Sauerſtoffmengen Statt, welche das erſte und zweyte Oxyd des Stickſtoffs bilden. Ueberhaupt kommen bey den Subſtanzen, die eine ſehr ſtarke Verwandtſchaft zu einander haben, die verſchiedenen Gewichtsverhältniſſe, unter welchen ſie ſich mit einander verbinden, faſt immer auf ſehr einfache Zahlenverhältniſſe zurück; eine Bemerkung, welche in den neuern Zeiten eine vorzügliche Bedingung der neuern Chemie iſt. Jedoch iſt es immer noch zweifelhaft, ob

dieſelbe Einfachheit der Verhältniſſe auch in dem Falle nothwendig fortbeſteht, wo der Verwandtſchaftsgrad ſehr ſchwach iſt.

Nach der Zeit iſt noch entdeckt worden, daß gasförmige Subſtanzen, wenn ſie durch Waſſer hindurch in andere Gefäße übergeleitet werden, einander wechſelſeitig austreiben, ſo daß die neu hinzugekommene Gasart ſich zum Theil mit dem Waſſer verbindet, aus welchem ſie die früher damit verbundene austreibt; die in angeführter Tabelle angegebenen Reſultate müßten alſo zum Theil nach dieſer neuern Entdeckung berichtigt werden. Berzelius und Dulong haben daher durch neuere ganz genaue Verſuche mit Beſeitigung dieſes letztern angeführten Umſtandes für das ſpecifiſche Gewicht der Gasarten folgende Reſultate angegeben: Sauerſtoff 1,1026; Stickſtoff 0,9757; kohlenſaures Gas 1,5245; Waſſerſtoffgas 0,0688; dieſe Angaben beziehen ſich auf die Temperatur des ſchmelzenden Eiſes und auf den Luftdruck von 0,76 Meter.

Zur Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts von Pulvern und andern feſten Körpern, welche man nicht in Waſſer tauchen will, hat Herr Leslie *) eine eigene Vorrichtung angegeben. Sie beſteht aus einem Glascylinder (Fig. 26.) AE ungefähr 3 Fuß lang und an beyden Enden offen. Der Theil AB iſt ungefähr $\frac{4}{10}$ Zoll im Durchmeſſer weit, der Theil BE ungefähr $\frac{2}{10}$. Beyde Räume communiciren bey B mittelſt einer äußerſt feinen Spalte, welche der Luft den Durchgang verſtattet, aber Sand oder Pulver zurückhält. Die Oeffnung bey A iſt abgeſchliffen, ſo daß ſie luftdicht in einer kleinen Glasplatte verſchloſſen werden kann. Die Subſtanz, deren ſpecifiſches Gewicht beſtimmt werden ſoll z. B. Mehl, Sand u. dergl. wird in den Theil AB des Cylinders gebracht, den ſie ganz oder nur zum Theil anfüllen mag. Nun

*) Kaſtner's Archiv für die geſammte Naturlehre. B. VIII. Heft 3. S. 326. ff.

wird der Cylinder in vertikaler Richtung in einen andern offenen, mit Queckſilber gefüllten, X, geſenkt, bis das Queckſilber außerhalb und innerhalb zur Abtheilung bey B gelangt iſt; hiernächſt wird der Deckel bey A luftdicht aufgepaßt. Auf dieſe Weiſe erhellt, daß in dem Inſtrumente weiter keine Luft iſt, als die zwiſchen der Subſtanz in dem Raume AB. Es ſey der Barometerſtand jetzt $= 30''$. Man ziehe nun die Röhre ſenkrecht aufwärts, bis das Queckſilber in dem Innern von BE bey einem Punkte C, $15''$, über ſeiner Oberfläche in dem Gefäße X ſteht. Auf dieſe Art iſt offenbar die Luft im Innern der Röhre genau dem Drucke einer halben Atmoſphäre ausgeſetzt; folglich wird ſie ausgedehnt, und füllt genau das Doppelte des Raumes aus, den ſie Anfangs beſaß. Da die Luft um das doppelte Volumen ausgedehnt worden, ſo folgt, daß der Raum AB gerade die Hälfte der anfänglich in ihm befindlichen Luft enthalte, der Raum BC aber die andere Hälfte derſelben, ſo daß die Menge der Luft in jeder dieſer Abtheilung der Röhre gleich iſt. Mit andern Worten, die Menge der Luft in BC iſt genau der gleich, die mit dem Mehle oder Sande in AB noch vermengt iſt, und zeigt genau denſelben Raum an, welchen die ganze Luft vor ihrer Verdünnung erfüllt. Wird jetzt das Mehl oder der Sand herausgenommen, und der Verſuch ſo wiederholt, daß der Raum AB nur mit Luft angefüllt iſt; ſo erhellet, daß letztere, weil jetzt eine größere Menge derſelben vorhanden iſt, als bey der Ausfüllung des Raumes mit Mehl oder Sand, wenn ſie ſich bey dem Drucke von 15 Zoll bis zum doppelten Volumen ausgedehnt hat, einen größern Raum einnehmen wird, als in dem andern Verſuche. Und dieſerwegen wird auch das Queckſilber niedriger, vielleicht bey D ſtehen. Die verdünnte Luft in der engen Röhre wird genau den Raum einnehmen, welchen die unverdünnte unter dem gewöhnlichen Luftdrucke erfüllte. Jetzt iſt dieſer Raum in dem einen Falle BC, in dem andern BD, woraus ſich ergiebt, daß der Raum

CD, als der Unterſchied zwiſchen jenen beyden, dem Volumen der feſten Maſſe des Mehles oder Sandes gleich ſey. Hat man nun die Anzahl der Grains Waſſer, welche von der engen Röhre BE aufgenommen werden können, mittelſt einer graduirten Skale ermäßigt; ſo kann man ſogleich ſehen, was für ein Gewicht Waſſers dem Volumen der feſten Materie in dem Mehle oder Sande gleich komme, und indem man daſſelbe mit dem Gewichte des Sandes in der Luft vergleicht, findet man das wahre ſpecifiſche Gewicht des Mehles oder Sandes.

Nach dieſer ſinnreichen Methode fand Leslie die ſpecifiſchen Gewichte verſchiedener Körper im Pulverform ganz verſchieden von den bisher angeführten Reſultaten. So beſtimmte er das ſpecifiſche Gewicht der Kohle im Zuſtande des Pulvers über 7 mal größer, als bisher angegeben worden iſt. Eben ſo fand er die ſpecifiſchen Gewichte der Sägeſpäne von Mahagonyholz = 1,68, alſo um $\frac{2}{3}$ mehr, als gewöhnlich, von Weizenmehl = 1,56, von zerſtoßenem Zucker = 1,83, vom gemeinen Salze = 2,15, von der vulkaniſchen Aſche = 4,4 u. ſ. f. Er bemerkt jedoch dabey, daß dieſe Zahlen nur Annäherungswerthe geben, und nicht als ſcharfe und genaue Reſultate zu betrachten ſind.

Ueber die ſpecifiſchen Gewichte der verſchiedenen Gemiſche des Zinnbleyes hat Herr Prof. Kupffer *) neuere und genauere Unterſuchungen angeſtellt.

Schwererde, Baryterde (Zuſ. z. S. 526. Th. IV.). H. Davy entdeckte, daß auch die Baryterde ein Oxyd iſt, deſſen Grundlage ein eigenes Metall ausmacht, welchem man den Namen **Barium** (Barium) gegeben hat. Man gewinnt dieſe metalliſche Subſtanz auf folgende Art: Eine beliebige Menge Baryt macht man mit Waſſer zu einem Teige, und legt denſelben auf eine Platinplatte. Hierauf druckt man eine Grube in den Teig,

*) Kaſtner's Archiv für die geſammte Naturlehre. B. VIII. Heft 3. S. 331. ff.

und ſchüttet in dieſe ein Queckſilberkügelchen. Dieſes der Wirkung einer hinreichend ſtarken Voltaſchen Batterie ausgeſetzt, giebt im kurzen ein Amalgam, das aus Queckſilber und Barium beſteht. Hierauf bringt man dies Amalgam in eine aus völlig bleyfreyem Glaſe verfertigte Röhre, welche in Geſtalt einer Retorte gebogen und mit Naphtadunſt angefüllt worden, und verſchließt ſie hermetiſch. Das Ende der Röhre, in welchem ſich das Amalgam befindet wird erhitzt, bis alles Queckſilber fortgetrieben iſt; wo dann eine feſte, ſchwer ſchmelzbare Subſtanz übrig bleibt, welche Barium iſt.

Das auf dieſe Art erhaltene Metall beſitzt eine dunkelgraue Farbe, und einen etwas ſchwächern Glanz, als das Gußeiſen.

Es fängt ſehr begierig Sauerſtoff ein, und brennt, wenn es gelinde erhitzt wird, mit dunkelrothem Lichte. In Waſſer geworfen brauſet es heftig, verſchwindet und das Waſſer verhält ſich wie Barytwaſſer. In dieſem Zuſtande ſcheint ſich das Barium auf der erſten Oxydationsſtuffe zu befinden, und enthält nach **Berzelius** 89,529 Barium und 10,471 Sauerſtoff. In dieſem Grade der Oxydation befindet ſich die Baryterde.

Gay-Luſſac und **Thenard** fanden dadurch noch eine andere Oxydationsſtuffe, daß man das erſte Oxyd des Bariums in einer kleinen mit Sauerſtoff gefüllten Retorte über einer Weingeiſtlauge erhitzt, wodurch ſich das erſte Oxyd mit einer größern Menge Sauerſtoff verbindet, und in den Zuſtand des zweyten Oxyds übergeht. Dieſes Oxyd iſt kauſtiſch, und färbt den Veilchenſyrup grün. Durch die **Volta**'ſche Säule kann es reducirt werden.

Selen, Selenium (Selenium, Selène) (N. A.) iſt ein vom Herrn Prof. **Berzelius** *) aus den Schwefelkieſen zu Fahlun ausgezogener einfacher Körper, welcher

*) Annales de chimie et de physique p. MM. *Gay-Lussac* et *Arago*. Tom. IX. p. 160. sqq.

ſeinen Eigenſchaften nach ein mittlerer Körper zwiſchen Tellur und Schwefel zu ſeyn, ja letzterm nach näher als erſterm zu ſtehen ſcheint. Er gab daher demſelben den Namen Selenium, von Σελήνη (Mond), um die mit den des Tellurs verwandte Eigenſchaften zu bezeichnen. Es wurde daſſelbe in äußerſt geringer Menge aus einer großen Quantität von Schwefelkieſen gewonnen. Wird das Selen geſchmolzen, ſo erhält es beym Erſtarren auf ſeiner Oberfläche einen metalliſcheu Glanz von ſehr dunkelbrauner Farbe. Sein Bruch iſt muſchlig, glaſig, bleyfarbig und vollkommen metalliſch. Es iſt nicht hart nnd läßt ſich leicht mit dem Meſſer ſchaben, beſitzt aber eine Sprödigkeit wie Glas, und läßt ſich leicht in Pulver verwandeln. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt zwiſchen 4,3 und 4,32. Berzelius konnte es durch Reiben nicht elektriſch machen, und iſt mithin ein Nichtleiter der Elektricität; auch leitet es die Wärme ſehr ſchlecht; denn man kann es leicht in einem Abſtande von 1 oder 2 Linien von den Fingern ſchmelzen laſſen, ohne im geringſten zu bemerken, daß es heiß wird. Es giebt einen eigenen Meerrettigsartigen Geruch von ſich, wenn es ſo ſehr erhitzt wird, daß Oxydation erfolgt.

Mit dem Sauerſtoffe hat das Selen keine große Verwandtſchaft. Wird es in einer großen mit Sauerſtoffgas gefüllten Flaſche erhitzt, ſo verdunſtet es ohne Verbrennung und nimmt den Meerrettigsgeruch an, gerade ſo, als wenn die Verdampfung in freyer Luft geſchieht. Wird dagegen das Selen in einer Glaskugel von 1 Zoll Durchmeſſer erhitzt, wo es ſich wegen Enge des Raumes nicht verflüchtigen kann, und läßt man durch dieſe Kugel einen Strom Sauerſtoffgas ſtreichen; ſo entzündet es ſich, ſobald es zu kochen anfängt, und brennt mit einer ſchwachen, unten weißen, aber an der Spitze grünen oder grünlichblauen Flamme. Das Sauerſtoffgas wird abſorbirt, und in die kalten Theile des Apparats ſublimirt ſich Selenſäure, welche die Geſtalt ſehr langer vierſeitiger Nadeln hat. Dieſe Säure ſaugt etwas Feuch-

tigkeit aus der Luſt ein, ſo daß die Kryſtalle etwas an einander kleben, aber nicht zerfließen; hat einen reinen ſauren Geſchmack, der auf der Zunge ein ſchwaches Brennen zurückläßt, ſchmilzt in der Hitze nicht, nimmt aber an Volumen an der heißeſten Stelle etwas ab und verwandelt ſich in Dampf, iſt im kalten Waſſer ſehr auflöslich und löſet ſich im kochenden Waſſer faſt in jedem Verhältniſſe auf. Nach mehreren Verſuchen fand Berzelius folgende Beſtandtheile derſelben: 71,261 Selen und 28,739 Sauerſtoff.

M. ſ. Klaproth Supplemente zu dem chemiſchen Wörterbuche. Th. IV. S. 721. ff. Ure's Handwörterbuch der praktiſchen Chemie, Artikel: Selenium.

Sicherheitslampe ſ. Lampe, Sicherheitslampe Th. IX. S. 635.

Sieden (Zuſ. z. S. 622. Th. IV.). Beym Siedpunkte des Waſſers wollte Gay-Luſſac [α]) beobachtet haben, daß einiger Unterſchied in dem Thermometergrade Statt findet, wenn das Waſſer in metallenen oder in gläſernen Gefäßen gekocht wird, und wenn Subſtanzen in Waſſer gebracht werden, die von demſelben unauflöslich ſind. Das nämliche Waſſer, welches in einem Metallgefäße bey 100° eines gegebenen, Thermometers ſiedete, kam bey einem Glasgefäße erſt bey 101°$\frac{1}{4}$ zum Sieden; und fing, nachdem es aufgehört hat, von neuem zu ſieden an, wenn man ein Paar Finger voll Eiſenſpäne hineinwarf. Herr Biot ſchließt daraus, daß man die Beſchaffenheit des Gefäßes beſtimmt angeben müſſe, wenn man den Siedpunkt auf ganz ſichere Umſtände zurückführen wolle. Zur Prüfung dieſer von Gay-Luſſac gemachten Beobachtung, welche für die Wärmelehre beſonders von Wichtigkeit ſeyn würde, ſtellten die Herrn Muncke und Gmelin gemeinſchaftlich ſehr genaue Verſuche an [β]), welche entweder zur Beſtätigung

---

α) Lehrbuch der Experimental-Phyſik von Biot. B. I. Leipzig 1824. 8. S. 168.

β) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LVII. S. 211 ff.

oder Widerlegung der Gay-Luſſac'ſchen Beobachtung dienen ſollten. Die Gefäße, welche ſie dazu gebrauchten, waren von Kupfer, Meſſing, Zinn, Bley, Marmor, Silber, Platin, Porzellan, Fayance, weißem und grünem Glaſe; die fünf erſtern hatten völlig gleiche Dimenſionen, die übrigen aber verſchiedene. Das Barometer zeigte am Tage der Verſuche 28 Zoll 0,1 Linie bey 12° Cent. des Correctionsthermometers. Das Waſſer wurde in allen Gefäßen ſo viel als möglich von gleicher Höhe erhalten, und zum Beobachten diente ein Thermometer mit einer auf Glas geätzten Skale, woran die einzelnen Grade etwas mehr als 1 Linie betrugen. Die ſämmtlichen Gefäße wurden an derſelben Stelle im Sandbade, ſo viel wie möglich, zu einem gleichen Grade des Siedens erhitzt. Die Reſultate dieſer Verſuche waren der Beobachtung des Herrn Gay-Luſſac nicht günſtig. Sie ergaben nämlich Folgendes:

1. Die Hitze des ſiedenden deſtillirten Waſſers läßt ſich durch ſtärkeres Feuer erhöhen, ſo daß das Thermometer, unter übrigens gleichen Umſtänden, bis etwa 0°,5 Rea. mehr als den Siedpunkt zeigt.

2. Wenn die Thermometerkugel den Boden des Gefäßes berührt, insbeſondere wenn ſie zwiſchen die, in der Mitte der Medicinalgläſer befindliche Erhöhung und die Wand der Gläſer geſenkt wird, ſo ſteigt das Thermometer um etwa 0°,4 bis 0°,8 Reau.

3. Hineingeworfener Sand vermindert die Hitze des Waſſers, und ſetzt den Siedpunkt deſſelben um einige Zehntheile eines Grades herab; ohne Zweifel, weil der Sand das Aufſteigen der Dampfblaſen erleichtert. Etwas Kupferfeile, wovon ein Theil eben aufſchwamm, ein anderer am Boden liegen blieb, ſchien keinen Einfluß zu haben.

Uebrigens zeigten ſich in den verſchiedenen Gefäßen folgende Unterſchiede der Temperatur des Siedens über oder unter dem Siedpunkte des 80 theiligen Queckſilber-Thermometers:

In einem Gefäße aus	bey Berührung des Bodens	½ Zoll unter der Oberfläche des Waſſers gehalten
Silber	— 0°,10 Reaum.	— 0°,20 Reau.
Platin	— 0,10	— 0,50
Kupfer	+ 0,40	+ 0,01
Meſſing	+ 0,55	— 0,15
Marmor	+ 0,05	— 0,15
Bley	+ 0,20	— 0,10
Zinn	+ 0,30	— 0,10
Porzellan	+ 0,05	— 0,05
weißem Glaſe	+ 0,30	0,00
grünem Glaſe a.	+ 0,80	+ 0,60
grünem Glaſe b.	+ 0,30	0,00
demſelben	+ 0,30	+ 0,10
Fayance	+ 0,80	+ 0,30
In ein. ird. Topfe	+ 0,80	+ 0,20

Die geſammten metalliſchen Gefäße waren zwar nicht ſpiegelnd, aber doch rein, ohne Ueberzug eines heterogenen Körpers, und metalliſch-glänzend. Blos der ſilberne Becher hatte an einer Seite einen ſchwarzen Flecken. Sobald die Thermometerkugel dieſen berührte, zeigte das Thermometer + 0°,50 und kehrte bey Berührung des Bodens in der Mitte ſehr bald auf den angeführten Stand von — 0°,10 zurück. Nach Herrn **Muncke** folgt aus dieſen Reſultaten ſehr klar, daß die Wärme durch den Boden der Gefäße dringt, ſich mit dem Waſſer zu Dampf verbindet, und ſo aufſteigt. Daß aber der ſo gebildete Dampf zugleich, wie jeder andere Körper, ein Wärmeleiter iſt, durch welchen noch außer dem zu ſeiner Bildung erforderlichen Wärmeſtoffe eine größere oder geringere Menge von Wärmeſtoff fortgeleitet wird, welches gleichfalls einen Einfluß auf das Thermometer hat.

Nach der Zeit hat man wahrgenommen, daß außer dem Sande auch fein zertheilte Metalle Schwefel, Metalloxyde, Erze, Steine, Glaspulver u. ſ. f. den Siedpunkt des Waſſers um einige Zehntheile des Wärmegrades herabſetzen; dagegen wird der Siedpunkt erhöht durch Zuſatz von Harz, Kampfer, Balſamen, Honig, Schleim u. ſ. w.;

ungeändert bleibt derſelbe durch Queckſilber, Sandarach, Drachenblut und weißes Colophonium.

Silicium (silicium) (N. A.) iſt die metalliſche Grundlage der Kieſelerde. M. ſ. Kieſelerde. Nach den neuern Verſuchen des Herrn Berzelius *) gewinnt und reducirt man dieſes Metall ſehr leicht, wenn man trockenes flußkieſelſaures Kali mit Kalium mengt, und in einer Glasröhre über der Lampe erhitzt; noch vor dem Glühen wird das Silicium mit einem ziſchenden Laute und einer ſchwachen Feuererſcheinung reducirt. Dieſes ſo reducirte Silicium muß aber mehrere Tage ausgewaſcheu werden. Dies auf dieſe Art dargeſtellte Silicium enthält nun Waſſerſtoff, jedoch in geringer Menge, welches bey Rothglühehitze in Sauerſtoffgas mit Lebhaftigkeit brennt. Wird es aber in einem bedeckten Platintiegel noch vielmehr, nach und nach bis zum Rothglühen erhitzt, ſo oxydirt ſich der Waſſerſtoff, und nach dieſer Durchglühung iſt das Silicium im Sauerſtoffgaſe nicht mehr entzündlich, jedoch aber im Chlorgas.

Das reine Silicium hat folgende Eigenſchaften: es iſt unverbrennlich, ſelbſt im Sauerſtoffgaſe, Waſſer, Salpeterſäure, Königswaſſer, ätzendes Kali wirken nicht darauf; Flußſäure löſet, beſonders beym Zuſatze von Salpeterſäure, etwas auf. Auf Salpeterſäure wirkt es nur bey Zerſetzung in heftiger Hitze; es verpufft mit kohlenſaurem Kali bey anfangender Rothglühehitze, wobey ſich Kohlenoxydgas entwickelt und Kohle frey wird. Mit Salpeter erhitzt, und in das Gemenge etwas trockenes kohlenſaures Natron geworfen, detenirt es ſogleich: Schwefeldampf über rothglühendes Silicium ſtreichend, bringt es plötzlich zum Weißglühen. Iſt die Verbindung vollſtändig erfolgt, welches jedoch ſelten geſchieht; ſo ſtellt ſie eine weiße erdige Maſſe dar, welche das Waſſer mit außerordentlicher Heftigkeit zerſetzt. Das Waſſer löſet

*) Gilbert's Annalen der Phyſik, herausgeg. von Poggendorf. B. LXXVII. S. 221. ff.

dieſe Kieſelerde auf, und es entwickelt ſich Schwefelwaſſerſtoffgas, und dieſe Auflöſung läßt ſich ſo concentrirt darſtellen, daß ſie während des Abrauchens coagulirt, und einen Antheil dieſer Erde in Geſtalt einer gemeinartigen durchſichtigen Maſſe abſetzt. Die Verbindung des Silicium mit Kalium, mit Schwefel erhitzt, brennt lebhaft, und hinterläßt, aufgelöſt, reines Silicium. In Chlorgas entzündet ſich das Silicium bey Rothglühehitze, und es entſteht daraus eine ungefärbte, oder wenig gelbliche, außerordentlich flüchtige Flüſſigkeit, die mit Waſſer geſteht, und Kieſelerde wie Gallerte abſetzt. Uebrigens beſitzt es keinen metalliſchen Glanz und leitet die Elektricität nicht.

Sonnenmikroſkop (Zuſ. z. S. 691. Th. IV.). Dav. Brewſter *) hat ein neues Sonnenmikroſkop angegeben, welches ſich auch achromatiſch machen läßt. Es hat daſſelbe folgende Einrichtung: (Fig. 27.) AB iſt das Erleuchtungsglas, welches die parallelen Sonnenſtrahlen auf den Gegenſtand zuſammen bricht. Die Objectivlinſe CD iſt waſſerdicht in der Röhre mCDn eingekittet, welche an der Seite mit einer kleinen offenen Röhre E, und der Objectivlinſe gegenüber mit einer eingekitteten ebenen Glasplatte mn verſehen iſt. Die Röhre wird mit Waſſer oder irgend einer andern Flüſſigkeit gefüllt, und der Gegenſtand auf einem Schieber liegend, oder von einer Pincette gehalten, in die Flüſſigkeit hineingebracht. Es iſt leicht, den Schieber und die Pincette beweglich zu machen, und ſo den Gegenſtand in die gehörige Entfernung von der Objectivlinſe zu bringen; es läßt ſich dies aber auch durch Verſchiebung des Schirms bewirken, auf welchem das Bild aufgefangen wird. Die Glasplatte mn kann man weglaſſen, wenn man den ganzen Raum zwiſchen den beyden Glaslinſen AB und CD mit der Flüſſigkeit ausfüllen will; doch würde in dieſem Falle das Licht die Farbe

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. L. S. 170. f.

der Flüſſigkeit annehmen und dieſes, wenn ſie nicht ganz farbenlos iſt, der Deutlichkeit des Bildes ſchaden.

Es iſt einleuchtend, daß man von durchſichtigen Gegenſtänden auf dieſe Art weit vollkommenere Bilder, als auf die gewöhnliche Art erhalten muß. Denn es findet hiebey nicht die Undurchſichtigkeit Statt, welche durch das Einſchrumpfen einzelner Theile entſteht, und die Flüſſigkeit erhöhet die Durchſichtigkeit des Gegenſtandes, wie das auf keine andere Weiſe zu bewerkſtelligen iſt. Gegenſtände, welche in dem gewöhnlichen Sonnenmikroſkope undurchſichtig zu ſeyn ſcheinen, zeigen ſich hier ſehr durchſcheinend, und es entſtehen hier alle Vortheile, welche vorhin von den Beobachtungen von Gegenſtänden, die in einer Flüſſigkeit liegen, gerührt worden ſind.

Daß ſich übrigens das Sonnenmikroſkop achromatiſch machen laſſe, erhellt aus dem Artikel: Mikroſkop.

Sternſchnuppen (Zuſ. z. S. 822. Th. IV.). Das Entſtehen und Weſen dieſer ſo häufig wahrzunehmenden Meteore iſt bis auf den heutigen Tag noch ſehr wenig unterſucht. In den neuern Zeiten hat ſich beſonders der Herr Prof. Brandes gewiß mit Ruhm für die Aufhellung dieſer Meteore intereſſirt. Er bemerkt ganz richtig, daß wir nicht gleich zuerſt fragen dürfen, was die Sternſchnuppen eigentlich ſind? vielmehr iſt es nöthig, vor allen Dingen, durch gleichzeitige Beobachtungen an verſchiedenen Orten der Erde zu beſtimmen, in welcher Höhe ſie geſehen werden. Was zu ſolchen Beobachtungen erforderlich iſt, hat Herr Brandes [α]) umſtändlich angegeben, und es iſt zu wünſchen, daß nach dieſer Art mehrere ausgeführt würden. Einige von ihm eingeleitete haben ergeben, daß höchſt wahrſcheinlich die kleinſten die niedrigſten ſind, und daß die Stelle, wo ſie ſich am ſchönſten ausbilden, viel höher iſt, als man wohl vermuthet. In England haben John Farey und Benj. Bevan [β])

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXII. S. 284. ff.
β) *Nicholſons* journal of natural philoſophy. Vol. 34. p. 298.

ein Jahr hindurch correſpondirende Beobachtungen an Sternſchnuppen angeſtellt, und dieſe Meteore öfters 40 bis 50 engliſche Meilen hoch gefunden. Farey hält Sternſchnuppen und Feuerkugeln für kleine Trabanten unſerer Erde. Nach Herrn Chladni's angeführter Meinung ſind die Sternſchnuppen eben ſo wie die Feuerkugeln nicht telluriſchen, ſondern kosmiſchen Urſprungs, welche von der Anziehungskraft unſerer Erde ergriffen werden, mehrere Umläufe machen, und zur Erde endlich niederfallen. Was für erhebliche Einwendungen aber gegen dieſe Meinung gemacht werden können, findet man in dem Artikel: Meteorſteine. H. Davy ſchließt aus ſeinen Unterſuchungen über die Flamme, daß das Licht der Sternſchnuppen nicht von einem Entflammen elaſtiſcher Flüſſigkeiten herrühren könne, ſondern daß es auf dem Glühen feſter Körper beruhen müſſe. Dieſe Körper bewegten ſich auf jeden Fall mit einer ungeheuren Geſchwindigkeit, bey der ſie fähig wären, in der allerdünneſten Luft eine Verdichtung zu bewirken, welche hinreiche, aus ihr hinlänglich viele Wärme zu entbinden, um dieſe Körper zu entzünden. Man werde daher alle dieſe Erſcheinungen erklären können, wenn man annehme, daß die Sternſchnuppen kleine feſte Körper ſeyn, welche ſich um die Erde in ſehr excentriſchen Bahneu bewegten und ſich blos dann entzündeten, wenn ſie mit unermeßlicher Geſchwindigkeit durch die obern Theile der Atmoſphäre hindurch zögen.

So wenig man von der wahren Beſchaffenheit dieſer und ähnlicher Meteore bis jetzt kennt, ſo ſcheint es doch, daß man aus mehreren angeſtellten Beobachtungen annehmen könne, daß ſie wirkliche Erzeugniſſe in unſerer Atmoſphäre wären. Nach meinen eigenen ſehr vielfältigen Erfahrungen ereignen ſich Sternſchnuppen, fliegende Drachen, Irrwiſche u. dergl. in denjenigen Gegenden, welche niedrig liegen, und lange Zeit, beſonders im Winter und Frühjahre mit Waſſer überſchwemmt ſind, gerade in der größten Menge. Es ſcheinen daher die

Ausdünſtungen an dieſen Orten den eigentlichen und wahren Stoff dieſer Meteore herzugeben. Auf welche Art ſie aber in der Luft entzündet werden, das iſt ſo ausgemacht noch nicht.

Stickſtoff (Zuſ. z. S. 724. Th. VI.). Girtanner's hier angeführte Meinung, daß der Stickſtoff aus Sauerſtoff und Waſſerſtoff zuſammengeſetzt ſey, hat noch vor einigen Jahren Herr Miers durch eine Reihe von Verſuchen zu vertheidigen geſucht. In einer Abhandlung [α]) ſuchte er zu zeigen, daß die Annahme: der Stickſtoff ſey aus 1 Atom Sauerſtoff und 6 Atom Waſſerſtoff znſammengeſetzt, ſehr wohl mit der Theorie der beſtimmten Miſchungsverhältniſſe zuſammenſtimmen, und daß die Gewichte der verſchiedenen Atomen von denjenigen Verbindungen, in welcher der Stickſtoff als Beſtandtheil eingeht, ganz dieſelben blieben, wie jetzt, da man den Stickſtoff als einen einfachen Körper betrachte. Dieſe ſeine Meinung ſuchte er nach der Zeit [β]) durch direkte Verſuche zu beweiſen. Er war bemüht, dem Waſſer einen Theil ſeines Sauerſtoffs zu entziehen, und es dadurch in Stickſtoff zu verwandeln. Vorzüglich ſollte hiezu der Schwefelwaſſerſtoff dienen. Er ließ daher ein Gemenge aus Waſſerdampf und Schwefel-Waſſerſtoffgas durch eine glühende kupferne Röhre ſtreichen. In dem einen Verſuche hatte alles Gas, welches überging, die Eigenſchaften der atmoſphäriſchen Luft, und war ein Gemenge aus 80 Theilen Stickgas und 20 Theilen Sauerſtoffgas. In einem andern Verſuche glaubte er dadurch ein Gas zu erhalten, welches in einer Verbindung des Schwefels mit Stickſtoff beſtehe, und in demſelben 52,65 Schwefel und 47,35 Stickſtoff enthalten ſey. In einem noch andern Verſuche war das Reſultat eine gasförmige Subſtanz, welche die Eigenſchaften einer Säure hatte. Waſſer abſorbirte ſein doppeltes Volumen von demſelben.

α) *Thomson's* Annals of philosophy. p. 364. sqq.

β) Schweigger's Journ. für Chemie u. Phyſik. B. IV. S. 180. ff. S. 260. ff.

Mit Kali bildete es eine ſchwarze, unauflösliche Zuſammenſetzung, welche von keiner andern Säure zerſetzt wurde. In einem noch fernern Verſuche erhielt er ein gasförmiges Produkt, welchem er den Namen des unbekannten Gas gab. Es ſchien ihm aus zwey Theilen Schwefel, welche den Elementen von einem Theile Antimonium verbunden ſind, zu beſtehen. Nachdem dieſes letztere Gas in einer Flaſche eine Zeitlang verſchloſſen geweſen war, drang beym Oeffnen derſelben die Luft mit großer Heftigkeit hinein, und das Innere derſelben fand ſich bey genauerer Unterſuchung mit einer großen Menge weißer glänzenden Kryſtalle belegt, deren Beſchaffenheit aber nicht weiter unterſucht wurde. Miers giebt übrigens ſeinen Verſuchen zu Folge das Verhältniß der Beſtandtheile des Stickgas folgender Maaßen an: 35,6 Sauerſtoff und 44,4 Waſſerſtoff. Aus der Anführung der Verſuche des Herrn Miers erhellt, daß die daher entſtandenen Reſultate keinesweges conſtant ſind, ob ſie gleich alle auf gleiche Art angeſtellt wurden. Es ſcheinen alſo ſeine daraus gezogenen Folgen kein großes Zutrauen zu verdienen.

Allein ſchon mehrere Jahre vor Miers wollte H. Davy [a]) bey mehreren Verſuchen, beſonders bey der Wirkung des Kaliums auf Ammonium gefunden haben, daß ein Verluſt an Stickgas, dagegen eine ſcheinbare Erzeugung von Sauerſtoff und Waſſerſtoff Statt finde; im Gegentheil in andern Fällen, beſonders bey der Wirkung des Waſſers auf diejenige Subſtanz, welche aus Kalium und Ammonium gebildet iſt, gerade das entgegengeſetzte erfolgt, oder Stickgas gebildet werde, fand er es wahrſcheinlich, daß das Stickgas entweder eine Zuſammenſetzung aus Waſſerſtoff und einer größern Menge Sauerſtoff, als im Waſſerſtoff enthalten iſt, ſey; oder daß das Waſſer die ponderable Baſis des Stickgas, Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas ſey.

---

a) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXV. S. 167 ff.

Die Herren Gay-Luſſac und Thenard [α]) wiederholten Davy's Verſuche, fanden aber die daraus gezogenen Folgen für ungegründet, vielmehr behauptetrn ſie, daß man bis jetzt den Stickſtoff noch immer für einen einfachen Körper zu nehmen habe, und nicht für eine Verbindung von Sauerſtoff mit Waſſerſtoff.

Nach Herrn Berzelius ſind aber auch die Verſuche der Herren Gay-Luſſac und Thenard über den Stickſtoff nicht genügend.

H. Davy hat nach der Zeit die vorhin angeführte Meinung von der Zuſammenſetzung des Stickſtoffs dahin abgeändert, daß er eine Verbindung eines unbekannten Stoffes mit Sauerſtoff ſey, und ſich von dem Waſſerſtoffe nur durch das größere Verhältniß des letztern unterſcheide, und zwar wenn man ein Verhältniß Baſis gegen 5 Sauerſtoff im Waſſerſtoffe annimmt, man wenigſtens 25 Sauerſtoff gegen ein Verhältniß-Baſis im Stickſtoffe werde annehmen müſſen [β]).

Herr Berzelius [γ]) ſchloß aus den Verſuchen über die Zuſammenſetzung der ſalpeterſauren Bleyſalze, daß die Zuſammenſetzung des Stickſtoffs nicht mehr eine bloße Hypotheſe ſey, ſondern daß ſie, wenn man nur die Richtigkeit der Lehre von den chemiſchen Proportionen zugebe, als eine völlig erwieſene chemiſche Wahrheit angeſehen werden könne. Nach ſeiner Meinung iſt der Stickſtoff zuſammengeſetzt aus Sauerſtoff und einem eigenen, brennbaren Körper, welchen er Nitricum nennt. Die erſte Oxydationsſtuffe dieſes Körpers iſt das Stickgas, und der Stickſtoff iſt dem Gewichte nach zuſammengeſetzt aus

Nitricum	44,32
Sauerſtoff	55,68
	100,00

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXV. S. 186.
β) Davy's Elemente des chemiſchen Theils der Naturwiſſenſchaften überſ. von F. Wolff. B. I. S. 209. f.
γ) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLVI. S. 148. f.

Herr Gay-Luſſac ſetzt den Stickſtoff in eine Claſſe mit dem Sauerſtoff, dem Jod, dem Chlor und dem Schwefel. Denn die Salpeterſäure habe wirklich ſehr viel ähnliches mit der Jodſäure und Chlorſäure, durch ihre leichte Zerſetzbarkeit, und weil auch in ihr der Stickſtoff mit $2\frac{1}{2}$ Mal ſeinem Volumen Sauerſtoff vereinigt ſey, gerade ſo wie die Baſis in dieſen Säuren. Die ſalpeterſauren Salze würden in der Hitze eben ſo zerſetzt, als die Jodſauren Salze. Zwar ſey kein Oxyd bekannt, aus welchem der Stickſtoff den Sauerſtoff austreibe; daraus ſey indeß bloß zu ſchließen, daß er eine weit geringere Kraft als der Sauerſtoff beſitze. Mit dem Jod und Chlor bilde der Stickſtoff äußerſt leicht zerſetzbare Verbindungen; ein Beweis, daß er nur wenig Verwandtſchaft zu ihnen beſitze, und der Natur ſeiner Kraft nach ihnen nahe ſtehe. Daß ſeine Verbindung mit dem Waſſerſtoff keine Säure ſey, komme daher, weil das Ammoniak 3 Raumtheile Waſſerſtoff gegen 1 Raumtheil Stickſtoff in ſich ſchließe, und zur Bildung einer Säure wahrſcheinlich gleiche Raumtheile von beyden erfordert würden.

Dagegen meint Herr Ure, daß gerade von ſeiner geringen Neigung zu Verbindungen, und von dem Umſtande, daß man ihn in den Organen ſolcher Thiere reichlich antreffe, welche von Subſtanzen leben, die gar keinen Stickſtoff enthalten, die ſtärkſten Beweisgründe für ſeine Zuſammenſetzung hergenommen wären. Was für eine Funktion ihm eigentlich in der Natur angewieſen ſey, habe man noch wenig zu erforſchen vermocht. Daraus erhelle es denn auch, daß die wahre chemiſche Natur deſſelben noch unbekannt ſey. Herr Doebereiner bemerkt aber hiebey ganz richtig, daß alle jene Thiere athmeten, und daher den Stickſtoff aus der eingeathmeten Luft aufnehmen könnten.

Aus dieſen wichtigen Unterſuchungen der größten Chemiker geht hervor, daß die wahre Eigenſchaft des Stick-

ſtoffs bey weitem noch nicht erforſcht iſt, ob er gleich in der ganzen Natur eine der wichtigſten Rollen ſpielt.

Der Stickſtoff verbindet ſich mit Chlor und Jod zu zwey äußerſt furchtbaren Zuſammenſetzungen. Die erſtere, Stickſtoffchlorid, wurde vom Herrn Dulong zu Anfange des Jahres 1812 entdeckt, und Eigenſchafteu beſonders von H. Davy näher entwickelt. Man gewinnt dieſe Subſtanz auf folgende Art: In eine porzellanene Abdampfſchale bringe man eine Auflöſung von 1 Theile ſalpeterſaurem oder ſalzſauren Ammonium in 10 Theilen Waſſer, erhitze die Auflöſung und ſtürze ſie in ein mit Chlor gefülltes mit weiter Oeffnung verſehenes Gefäß um. So wie die Flüſſigkeit durch die Verdichtung des Gaſes aufſteigt, bemerkt mau auf ihrer Oberfläche ſchwimmende Tropfen von ölartigen Anſehen, die ſich nach und nach unter einander verbinden und in großen Kügelchen zu Boden fallen. Dies iſt das Stickſtoffchlorid. Es hat daſſelbe in dieſer flüſſigen Geſtalt eine gelbe Farbe und einen ſehr ſtechenden uuangenehmen Geruch. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt 1,658. Man darf daſſelbe nur nur in ſehr kleiner Quantität darſtellen. Wird in ein Glas, worin ſich dies Stickſtoffchlorid befindet, lauwarmes Waſſer geſchüttet, ſo entwickelt es ſich zu einer elaſtiſchen Flüſſigkeit von orangengelber Farbe, welche aber abnimmt, ſo wie das Gas durchs Waſſer ſtreicht. Die Stärke der Exploſion dieſes Chlorids, ſelbſt in der kleinſten Maſſe etwa von der Größe eines Senfkorns, ſcheint größer zu ſeyn, als bey jeder andern bis jetzt bekannten Subſtanz, ſelbſt das ammonialiſche Knallſilber nicht ausgenommen. Wurde ein ganz kleines Kügelchen in einem Platislöffel befindlich mit einem Stückchen Phosphor an der Spitze eines Federmeſſers berührt, ſo wurde augenblicklich von der Exploſion die Klinge in kleine Stückchen zerſchmettert. Die Herrn Porret, Wilſon und Rupert Kirk haben mit mehreren Subſtanzen die Berührung mit dem Stickſtoffchlorid verſucht, und be-

ſonders viele ölartige Körper gefunden, welche damit eine Exploſion bewirkten.

Die andere Verbinduug, das Stickſtoffjodid, wurde von Courtois entdeckt, und von Colin genau unterſucht. Das Jod geht mit dem Stickſtoffe keine unmittelbare Verbindung ein. Will man eine ſolche bewirken, ſo muß man dazu das Ammonium gebrauchen. Wenn man nämlich Ammoniumgas über Jod ſtreichen läßt, ſo bildet ſich augenblicklich eine klebrige glänzende Feuchtigkeit, von bräunlich-ſchwarzer Farbe, welche im Verhältniſſe, wie ſie mit Ammonium geſättigt wird, ihren Glanz und ihre Zähigkeit verliert. Während der Bildung dieſer Flüſſigkeit entwickelt ſich kein Gas. Löſt man hierauf dieſe Verbindung des Jod's mit dem Stickſtoff im Waſſer auf, ſo zerſetzt ſich ein Theil von Ammonium; ihr Waſſerſtoff bildet Jodwaſſerſtoffſäure, und ihr Stickſtoff verbindet ſich mit einem Theile des Jod's zu Knalljod. Unmittelbar gewinnt man das Stickſtoffjod, wenn man fein gepulvertes Jod in eine Auflöſung des Ammoniums ſchüttet. Dies iſt der beſte Weg, das Knalljod darzuſtellen; denn das Waſſer wird nicht zerſetzt, und ſcheint zur Erzeugung dieſes Jodid's nur auf die Weiſe beyzutragen, daß es die Bildung von jodwaſſerſtoffſaurem Ammonium bewirkt.

Das Stickſtoffjodid iſt pulverig und von ſchwarzbrauner Farbe. Durch den geringſten Stoß und ſelbſt durch Wärme allein explodirt es mit einem ſchwach violet gefärbten Dunſte. Wird es gehörig zubereitet, ſo detenirt es oft freywillig. Man muß daher, wenn ſich das ſchwarze Pulver gebildet hat und das flüſſige Ammonium abgeſchüttet worden iſt, die Schaale, worin dieß Pulver enthalten iſt, in vollkommener Ruhe laſſen.

Bringt man dieſes Jodid in Kalilauge, ſo entweicht ſogleich das Stickgas, und man findet in der Auflöſung dieſelben Produkte, welche das Jod mit dieſem Alkali hervorbringt. Das jodwaſſerſtoffſaure Ammonium, welches das Vermögen hat, eine große Menge Jod aufzu-

löſen; zerſetzt nach und nach das Stickſtoffjodid, und es entweicht Stickgas. Dieſelbe Wirkung bringt das Waſſer, wiewohl in einem ſchwächern Grade hervor. Hieraus erhellet, daß die Grundbeſtandtheile des Stickſtoffjodid's ſehr ſchwach mit einander verbunden ſind; daher muß man auch dieſe Subſtanz nur mit der größten Vorſicht bereiten, und ſie nicht aufbewahren.

Gay-Luſſac berechnet das Verhältniß der Beſtandtheile im Stickſtoffjodid dem Gewichte nach 5,3544 Stickſtoff gegen 156,21 Jod, und dem Volumen nach, wie 1 Stickſtoff gegen 3 Jod.

M. ſ. Supplemente zu dem chemiſchen Wörterbuche von Klaproth und Fr. Wolff. Artikel: Stickgas und Jode. Handwörterbuch der praktiſchen Chemie von Ure. Weimar 1825. Artikel: Stickſtoff.

Stöchiometrie (von dem griechiſchen Worte στοιχεῖον, das, was ſich nicht zergliedern läßt, elementariſch, und μετρέω, meſſen), (Meßkunſt chemiſcher Elemente) iſt derjenige Theil der Chemie, welcher uns quantitative Verhältniſſe, in welchen ſich die chemiſchen Elemente verbinden, oder gegenſeitig abſcheiden, zu finden lehrt. Aus dem Begriffe der gegenſeitigen Abſcheidung geht der des Erſetzens, des Gleichgeltens in Hinſicht der chemiſchen Thätigkeit, hervor; denn der abgeſchiedene Stoff wird durch den abſcheidenden erſetzt, d. h. dieſer vermag eine eben ſo viel geltende Kraft, als jener, zu entwickeln oder zu hemmen, er iſt ein Aequivalent für den abgeſchiedenen; dieſerwegen nennt man auch die Stöchiometrie die Lehre von den chemiſchen Aequivalenten.

So wie in jeder mathematiſchen Aufgabe Größen gegeben ſeyn müſſen, um ſie entweder mit einander zu vergleichen, oder aus ſelbigen neue zu finden; ſo müſſen die Aufgaben der Stöchiometrie genaue quantitative Verſuche zum Grunde liegen, welche anzuſtellen die analytiſche Chemie lehrt. Aus dieſer Urſache konnte auch nur in neuerer Zeit, wo man bey analytiſchen Unterſuchungen auf Maas- und Gewichtsbeſtimmungen eine größere Auf-

merkſamkeit und mehr Fleiß, als in den ältern Zeiten, verwendete, die Stöchiometrie zu einem ziemlichen Grade der Sicherheit gelangen und unter ſehr einfache Geſetze gebracht werden, welche von den frühern eines Richter's, gleichſam des Schöpfers dieſes Zweiges der Chemie, eben durch ihre Einfachheit ungemein abſtehen. Inzwiſchen dehnen auch die neuern Chemiker das Feld der Stöchiometrie bey weitem nicht ſo weit aus, als Richter, welcher, wie ſpäter Meinecke, die Beſtimmung der Qualitäten nach mathematiſchen Geſetzen ebenfalls der Stöchiometrie einverleibte.

Wenn ein Stoff A mit einer beſtimmten Vereinigungskraft auf B wirkt, und ſich mit ihm in einem Verhältniſſe der Kräfte (a : b) ſo verbindet, daß beyde Kräfte ſich gleichſam aufheben, mithin keine der einzelnen Eigenſchaften eines jeden Stoffes hervorſticht, ſo daß ſich dieſe Eigenſchaften zu mehr oder minder mittleren ausgleichen; ſo nennen wir die Zuſammenſetzung neutral. Neutrale Verbindungen von A, wenn A z. B. eine Säure, B aber und B′, B′ u. ſ. w. eine Baſis bedeutet, laſſen ſich viele denken, eben mit B, B′, B″ u. ſ. w.; B′, B″ u. ſ. w. müſſen aber dem A gleiche Kräfte, wie B, entgegenſetzen, um die Kraft des A aufzuheben, d. h. die Kräfteverhältniſſe: a : b, a : b′, a : b″ u. ſ. w. müſſen unter ſich gleich ſeyn. Eben ſo laſſen ſich viele Verbindungen der Baſis B denken mit den Säuren A, A′, A″ u. ſ. f., in welchem Falle wiederum die Kräfteverhältniſſe a : b, a′ : b, a″ : b u. ſ. f. ſich gleich ſeyn müſſen. Daher kann man ſchließen: jeder Stoff verlangt von jedem andern heterogenen Stoffe, um mit ihm in eine weitere Verbindung einzugehn, eine beſtimmte Quantität von chemiſcher Kraftäußerung, und dieſe iſt für jeden ſtets dieſelbe.

Geſetzt, man brächte um die neutralen Verbindungen A + B und A′ + B′ in Berührung und ſie zerſetzten ſich, es wäre von der Verbindung A + B gerade ſo viel Maſſe vorhanden, daß A von B′ der andern Verbindung neutraliſirt würde; ſo muß, wenn anders A′ und B ſich ver-

binden, dieſe Verbindung auch neutral ſeyn. Es iſt nämlich das Verhältniß der Kraftäußerung in $A+B$, $A'+B'$, $A+B'$, $A'+B$ gleich; denn $A+B$ ſind verbunden wie $a:b$, und A und B′ verbinden ſich nach der Vorausſetzung neutral wie $a:b'$; es iſt daher $a:b=a:b'$; $a:b'$ iſt aber auch $=a':b'$, denn ſonſt könnte das A das A′ nicht aufwiegen. Aus $a:b=a:b'$ folgt, daß $b=b'$ iſt, und es muß alſo auch $a':b'=a':b$, d. h. $A'+B$ auch neutral ſeyn. Auf gleiche Weiſe zerſetzen ſich $A+B$ und $A''+B$ oder $A'+B'$ und $A''+B''$. Da man ſich unter ſolcher Form nun jede neutrale Verbindung denken kann, ſo geht hieraus das Geſetz, welches auch faſt in allen Fällen die Natur beſtätigt, hervor: **daß ſich neutrale Verbindungen, wenn ſie ſich anders zerſetzen und in gehörigen Quantitäten gemiſcht werden, ſtets wieder zu neutralen Verbindungen zerſetzen.**

Um ein beſtimmtes Maas für die chemiſche Wirkſamkeit zu beſitzen, müſſen wir entweder das Gewicht der Stoffe oder ihren Raum zu beſtimmen ſuchen; denn es iſt ganz einleuchtend, daß 2 Gewichtstheile oder 2 Raumtheile von einer Säure A doppelt ſo viel Baſis ſättigen, als 1 Gewichtstheil oder 1 Raumtheil. Sind uns nun die heterogenen Stoffe einiger neutralen Verbindungen bekannt, ſo laſſen ſich andere neutrale Verbindungen mit der Lehre der geometriſchen Proportionen beſtimmen. Wäre z. B.

$A:B=a:b$ — $A:B=a:b$

$A':B=a':b$ oder was einerley iſt $B:A'=b:a'$

$A':B'=a':b'$ — $A':B'=a':b'$

ſo verhält ſich auch $A:B'=a:b'$, in welchem Verhältniſſe wir an Statt der Kräfte a und b′ die Gewichts- oder Raumtheile ſubſtituiren können. Nehmen wir zur Erläuterung die gegenſeitige Zerſetzung des ſchwefelſauren Kali mit ſalzſaurem Baryt; ſo ſey A die Salzſäure, A′ die Schwefelſäure, B der Baryt und B′ das Kali, ſo verhält ſich

$A' : B' = 100 : 117,72$
$B' : A = 117,72 : 68,37$
$A : B = 68,37 : 190,91$

und die neutrale Verbindung aus A′ mit B (ſchwefelſaurer Baryt) muß aus 100 Schwefelſäure und 190,91 Bariumoxyd beſtehen, was mit Berzelius Analyſe bis auf 0,21 zuſammenſtimmt, welcher 191,12 Bariumoxyd angiebt.

Aus dem Vorhergehenden iſt es deutlich, daß a, a′, a″ u. ſ. w. ſich gleich ſind, ſo wie b, b′, b″ u. ſ. w. ſich ebenfalls gleich ſeyn müſſen, wofür wir allemal die Maſſe einer Säure oder Baſis ſubſtituiren können, die jene Wirkung hervorbringt. Iſt dieſes aber der Fall, ſo müſſen ſich die Gewichtsmengen zweyer Säuren ſtets gleich verhalten, ſie mögen mit was immer für eine Baſis Neutralſalze bilden; ſo wie auch das Verhältniß zweyer Baſen, welche ſich mit demſelben Mengen derſelben Säuren neutral verbinden, ſtets daſſelbe bleiben muß. So ſättigen 84,94 Schwefelſäure und 58,08 Salzſäure jede 100 Kali, und 52,36 Schwefelſäure und 35,81 Salzſäure jede 100 Baryterde: Es verhalten ſich aber 84,94 : 58,08 = 52,36 : 35,803. Eben ſo ſättigen 73,19 Kupferoxyd und 57,73 Natron jedes 100 Salpeterſäure, und 111,104 Kupferoxyd und 87,617 Natron jedes 100 Phosphorſäure: es verhält ſich aber 73,19 : 57,73 = 111,104 : 87,63.

Hieraus folgt, daß man alle neutrale Verbindungen zwiſchen Säuren und Baſen berechnen könne, wenn diejenigen einer Säure mit allen Baſen, ſo wie die einer Baſis mit allen Säuren bekannt ſind. Geſetzt z. B. man wüßte, es verbänden ſich

mit 100 Salpeterſäure	87,09 Kali
— — — —	57,73 Natron
— — — —	52,57 Kalkerde
— — — —	214,36 Silberoxyd u. ſ. w. und
mit 100 Kali	114,82 Salpeterſäure
— — — —	84,94 Schwefelſäure

mit 100 Kali 75,62 Phosphorſäure
— — 122,12 Arſenikſäure u. ſ. w.

ſo könnten wir ſchließen 87,09 Kali: 57,73 Natron = 100 Kali: derjenigen Menge Natron, welche 114,82 Salpeterſäure, 84,94 Schwefelſäure, 75,62 Phosphorſäure u. ſ. f. ſättiget, welches $\frac{5773}{87,09}$ = 66,29 u. ſ. f iſt. Nimmt man nun eine beliebige Säure, mit Richter z. B. die Schwefelſäure (oder auch eine beliebige Baſis) zur Einheit an, ſo läßt ſich für jede Säure eine Zahl finden, welche die Maſſe ausdruckt, die nothwendig iſt, um mit einer Baſis, deren Maſſen-Zahl ebenfalls auf die Zahl der Schwefelſäure zurückgeführt iſt, eine neutrale Verbindung einzugehen. Und dieſe Zahlen geben die Richter'ſchen Maßenreihen. Obige Stoffe würden hiernach folgende Zahlen haben:

Phosphorſäure	= 82,02	Kalkerde	= 71,02
Schwefelſäure	= 100,00	Natron	= 77,99
Salpeterſäure	= 135,17	Kali	= 117,72
Arſenikſäure	= 143,77	Silberoxyd	= 289,71

und mittelſt dieſer Zahlen wären uns die einzig möglichen 16 neutralen Verbindungen dieſer Stoffe ihrem Miſchungsverhältniſſe nach bekannt.

Allein die Säuren und Baſen ſind, wie die neuere Chemie gelehrt hat, ſelbſt noch zuſammengeſetzt, und es war daher zu vermuthen, daß auch zwiſchen den einfachſten Stoffen eine chemiſche Miſchung nach beſtimmten Geſetzen Statt finden müſſe. Man fand, daß, wenn man z. B. die Verbindung des Waſſerſtoffgaſes mit Schwefel durch Metallauflöſungen ſtreichen ließ, das Metall reducirt und mit dem Schwefel verbunden werde, während das Waſſerſtoffgas ſich mit dem Sauerſtoffgaſe, das mit dem Metalle verbunden war, verbindet, ohne daß ſich eine der Gasarten frey entwickelte. Das Waſſerſtoffgas alſo und das Metall erforderten gleiche Mengen Sauerſtoff und Schwefel, um in beſtimmte chemiſche Verbindungen mit ihnen einzugehen: es verhält ſich alſo der Schwefel des Schwefelwaſſerſtoffgaſes zum Sauer-

ſtoff des Waſſers, wie der Schwefel eines Schwefelmetalls zu dem Sauerſtoffe des Oxyds deſſelben Metalles. Nehmen wir dies Geſetz als allgemein gültig an, wie es denn durch die Erfahrung auch meiſtentheils beſtätigt wird; ſo gelangen wir zu den Verhältnißzahlen der einfachen Stoffe, und mittelſt dieſer ebenfalls zu den zuſammengeſetzteren, wovon eben ſchon einige angeführt ſind. Um nur ein Beyſpiel von den Nutzen dieſes Geſetzes anzuführen, erwähne ich die Beſtimmung des Sauerſtoffgehalts der Titanſäure von H. Roſe. Er verwandelte eine beſtimmte Menge der Titanſäure (=A) in Schwefeltitan, welches gewogen =B iſt. S ſey die Verhältnißzahl des Schwefels, O die des Sauerſtoffs, x die Menge Sauerſtoff in A, y die Menge Schwefel in B, M das Metall in A und B, ſo iſt $A - M = x$ und $B - M = y$. Es verhält ſich aber $S : O = y : x$, oder $S : O = B - M : A - M$. Subtrahirt man das das zweyte Glied vom erſten, ſo ergiebt ſich $S - O : O = B - A : A - M = B - A : x$, mithin $x = \frac{(B - A)\,O}{S - O}$. Daß man auf ähnliche Weiſe $M = \frac{SA - OB}{S - O}$ findet, erhellt leicht. Indeß beruhet die Berechnung, wie weiter unten gezeigt werden wird, noch auf einer Vorausſetzung.

Gäbe es nur Eine chemiſche Verbindung zwiſchen je zwey Körpern, und dieſe wäre neutral; ſo wären die Verhältnißzahlen, wie ſchon angeführt worden, leicht zu finden und die Grenzen der Stöchiometrie ſchon abgeſteckt; allein ſie verbinden ſich in mehreren Verhältniſſen mit einander, und oft zu Zuſammenſetzungen, worein viele einfachere eingehen. Die Erfahrung lehrt, daß ſich in den meiſten Zuſammenſetzungen ein Stoff A mit B, in den ſehr einfachen Verhältniſſen mit B, 2 B, 3 B, 4 B u. ſ. f. oder B mit A, 2 A, 3 A, 4 A u. ſ. f. verbindet. Nähmen wir die Menge eines Stoffes A als Einheit an in einer Verbindung mit B, und es gäbe noch andere, als $2A + B$, $3A + B$ u. ſ. f.; ſo müſſen die Gewichts-

größen A, 2 A, 3 A u. ſ. f. ein gemeinſchaftliches Maas haben. Wären daher die Gewichtsgrößen gegeben, ſo läßt ſich daraus das gemeinſchaftliche Maas, und mittelſt dieſes die Coefficienten für A finden. Wäre uns aber die niedrigſte Verbindungsſtuffe des A mit B bekannt, ſo würde dieſe die höhere von A durch Multiplikation des A mit den natürlichen Zahlen 1, 2, 3, 4 u. ſ. f. beſtimmen. Sehr häufig iſt indeſſen dieſe niedrigſte Stufe nur eingebildet, ſo wie denn auch Mittelglieder eingebildet ſeyn können; dann muß freylich die vorerwähnte Methode, die Coefficienten zu finden, welche zuerſt von Herrn Prof. Biſchof in ſeinem Lehrbuche der Stöchiometrie angewendet wurde, benutzt werden. Die Coefficienten zeigen dann die Antheile an, mit welchen A oder B oder irgend ein anderer Stoff in eine Verbindung eingeht. Dies gilt nicht blos für die Antheile (Atome, Miſchungsverhältniſſe, Aequivalente) der einfachen, ſondern auch von denen der zuſammengeſetzten Stoffe. Vergleichen wir nun zwey Stoffe in Hinſicht auf einen dritten, ſo müſſen wir diejenigen Verbindungen anwenden, welche auf gleicher Stufe ſtehen. So nahm Roſe bey Beſtimmung des Sauerſtoffgehalts der Titanſäure an, daß Schwefeltitan auf derſelben Verbindungsſtufe ſtehe, d. h. daß das Titan eben ſo viele Antheile Schwefel aufnehme, als es Antheile Sauerſtoff beſaß.

Einzelne Beyſpiele werden hinreichen zu zeigen, wie man die Antheile einfacher Stoffe in Zahlen findet:

Die Zahl eines Antheiles des Zinnes aus deſſen Oxyden zu finden: — 100 Theile Zinn verbinden ſich mit 27,2, mit 20,3 und mit 13,59 Theilen Sauerſtoff. Dieſe Zahlen verhalten ſich wie 2 : 3 : 4 und ihr gemeinſchaftliches Maas iſt = 6,8. Die Verbindung von 100 Theilen Zinn mit 6,8 Theilen Sauerſtoff wäre alſo die Verbindung der erſten Stufe, wenn ſie beſtände. Setzen wir den Sauerſtoff = 100, ſo verhält ſich 6,8 : 100 = 100 : x, und man findet $x = \frac{10000}{68} = 1470,59$ = der Zahl des Zinnes. Auf die nämliche Art erhält man dieſelbe,

nur in den Decimalſtellen verſchiedene, Zahl, wenn man ſie aus den verſchiedenen Schwefelungsſtufen des Zinnes berechnet, welche aber noch nicht genau genug durch chemiſche Analyſe beſtimmt ſind.

Die Zahl eines Antheils Kohle aus ihren Verbindungen mit Sauerſtoff und aus denen mit Waſſerſtoff zu finden: — In Kohlenoxydgas verbinden ſich mit 100 Kohle 132,77 Sauerſtoff, in der Oxalſäure mit 100 Kohle 199,13 Sauerſtoff, und in der Kohlenſäure mit 100 Kohle 265,49 Sauerſtoff. 132,77, 199,13 und 265,49 verhalten ſich aber wieder wie 2 : 3 : 4, und die eingebildete Verbindung der erſten Stufe muß aus 100 Kohle und 66,38 Sauerſtoff beſtehen. Dann verhalten ſich aber $66{,}38 : 100 = 100 : \frac{10000}{66{,}38}$, oder wie 100 : 150,647, welche letzte Zahl doppelt ſo groß iſt, als diejenige, welche Berzelius für einen Antheil Kohle angiebt. Darum vergleichen wir die Zahl aus andern Verbindungen berechnet. 100 Kohle verbinden ſich mit 8,30 Waſſerſtoff (eine von Dalton entdeckte Verbindung), mit 16,49 und mit 33,03 Waſſerſtoff. 8,30, 16,49 und 33,03 verhalten ſich wie 1 : 2 : 4. Das dritte Glied alſo, eine analoge Verbinden mit der Oxalſäure, fehlt. Es verhält ſich aber $8{,}30 : 100 = 12{,}4886$ (die ſtöchiometriſche Zahl des Waſſerſtoffs) $: \frac{124886}{830} = 12{,}4886 : 150{,}46$.

Nicht alle einfache Stoffe laſſen ſich auf dieſe Weiſe mit Beſtimmtheit in Zahlen ausdrucken, weil von manchen nur Eine Verbindung bekannt iſt, von welcher man dann der Analogie nach auf ihre ſtöchiometriſche Zuſammenſetzung ſchließen muß. Hier könnte uns dann vielleicht Mitſcherlich's Lehre von dem Iſomorphismus (ſ. Art. Kryſtalliſation. B. IX. S. 573.), wenn dergleichen Verbindungen kryſtalliſirt vorkommen, leiten. Auf dieſe Lehre bauend, beſtimmte Roſe die Zahl eines Antheils Titan, welches, da es, wie das Zinnoxyd, in denſelben primitiven und ſekundären Formen kryſtalliſirt vorkommt, und auch analoge Verbindungen eingeht, vier

Antheile Sauerſtoff enthalten müßte. Beſteht nun die Titanſäure aus 66,05 Titan und 33,95 Sauerſtoff, ſo verhält ſich $\frac{33,95}{4}$: 100 = 66,05 : der ſtöchiometriſchen Zahl des Titans, welche 778,2 iſt.

Bey dieſer Berechnung iſt mit Berzelius angenommen, daß der brennbare Beſtandtheil einer chemiſchen Miſchung ſtets als Ein Antheil betrachtet werden müſſe, während der Sauerſtoff oder die ihn erſetzenden Stoffe in weniger oder mehreren Antheilen mit jenem verbunden ſind. Ob diſe Vorausſetzung richtig ſey, ob ſich nicht einfache Stoffe A und B wie 2 : 3 oder in andern Verhältniſſen vereinigen, iſt noch auszumachen. Es leuchtet jedoch ein, daß man auch, unbeſchadet der Richtigkeit der Rechnung, den Sauerſtoff als einen ſolchen Stoff annehmen könne, der nur ſtets mit Einem Antheile in eine Verbindung eingeht. Alsdann folgen die Verhältnißzahlen der einzelnen Verbindungsſtufen umgekehrt; denn verbände ſich mit A, B, 2 B, 3 B u. ſ. f. ſo müſſen auch $\frac{1}{3}$ A, $\frac{1}{2}$ A, A mit B dieſelben Verbindungen ſeyn. Nehmen wir $\frac{A}{3}$ als Einen Antheil, ſo iſt $\frac{A}{2}$ 1$\frac{1}{2}$ Antheile und A drey Antheile d. h. in der Verbindung der höchſten Stufe geht die kleinſte Anzahl von Antheilen brennbarer Stoffe ein, und immer mehr Antheile, je niedriger die Verbindung iſt. Das Zinn z. B. verbindet ſich mit 100 Theilen Sauerſtoff in folgenden Verhältniſſen 367,65; 490,2; 735,3, welche Zahlen ſich verhalten = 1 : $\frac{4}{3}$: 2 = 3 : 4 : 6. Die Zinnſäure beſtände hiernach aus 1 Antheile Sauerſtoff und 3 Antheilen Zinn, während das bis jetzt bekannte niedrigſte Oxyd des Zinnes aus 1 Antheile Sauerſtoff und 6 Antheilen Zinn beſtände, und die ſtöchiometriſche Zahl eines Antheiles Zinnes würde $\frac{367,65}{3}$ = $\frac{490,2}{4}$ = $\frac{735,3}{6}$ = 122,55 ſeyn. Die erſtere Anſicht iſt jedoch gebräuchlicher und auch einfacher, weil der Antheile des Sauerſtoffs weniger ſind, als die brennbaren

Stoffe nach letzterer Anſicht. Ueberdies iſt die Berechnung der Zahlen nach beyden Anſichten zu leicht, als daß es nöthig wäre, nähere Beſtimmungen anzuführen. Der erſtern, als der gebräuchlichern, folgend, mögen hier zwey Tabellen Platz finden, von denen die erſtere die Namen der einfachen Stoffe, ihre Zeichen und ihre ſtöchiometriſche Zahl, die andere die Angabe enthält, wie viel Antheile Sauerſtoff ein brennbarer Stoff in ſeinen verſchiedenen Oxydationsſtufen aufnimmt. Mittelſt dieſer beyden Tafeln, welche mit einigen wenigen Ausnahmen von Berzelius herrühren, iſt es leicht, jedes Oxyd in Hunderttheilen zu beſtimmen.

Tafel I.

Namen der einfachen Körper.	Zeichen derſelben.	relatives Gewicht Eines Antheils.	Namen der einfachen Körper.	Zeich. derſelben.	relatives Gewicht Eines Antheils.
Oxygenium	O.	100,000	Iridium	Ir.	603,480
Sulphur	S.	201,160	Osmium	Os.	
Phosphor	P.	393,700	Rhodium	R.	1490,313
Carbonicum	C.	150,647	Palladium	Pl.	1407,855
Nitricum	Ni.	77,036	Argentum	Ag.	2703,433
Hydrogenium	H.	12,4886	Hydrargyrum	Hy.	2510,050
Chlorin	Cl.	442,650	Cuprum	Cu.	791,390
Jodin	J.	1567,097	Stannum	Sn.	1470,580
Fluorin	F.	232,500	Plumbum	Pb.	2589,332
Selenium	Se.	495,920	Ferrum	Fe.	678,887
Boror	B.	350,055	Zincum	Zn.	819,672
Kalium	K.	979,830	Kadmium	Ka.	1393,540
Natrium	N.	581,840	Niccolum	Ni.	1113,837
Lithium	L.	255,630	Cobaltum	Co.	737,436
Calcium	Ca.	512,060	Bismuthum	Bi.	1773,993
Barium	Ba.	1714,420	Stibium	Sb.	1803,440
Strontium	Sr.	1094,498	Arsenicum	As.	904,200
Magnesium	Ms.	475,116	Manganium	Mn.	711,237
Silicium	Si.	296,420	Molybdaenum	Mo.	598,444
Aluminium	Al.	342,030	Wolframium	W.	1207,730
Zirconium	Zr.	987,880	Uranium	U.	5396,654
Thorinium	T.		Titanium	Ti.	778,200
Beryllium	Be.	662,464	Tellurium	Te.	807,144
Yttrium	Y.	805,140	Chromium	Ch.	701,101
Aurum	Au.	2486,000	Cerium	Ce.	1148,765
Platinum	Pt.	2431,906	Tantalum	Ta.	3646,160

Tafel II.

Namen der Oxyde der einfachen Körper.	Zeichen der Oxyde.	Verhältniſſe der Antheile der brennbar. Stoffe zum Oxygen.
Acidum subsulphorosum	S + O, od. nach G. L. S + 2 O	1 : 1 od. 2 : 2
Acidum sulphurosum	S + 2 O	1 : 2
Acidum subsulphuricum	S + 2½ O, od. 2 S + 5 O	1 : 2½ od. 2 : 5
Acidum sulphuricum	S + 3 O	1 : 3
Acidum subphosphorosum	P + 1½ O nach Davy	1 : 1½
Acidum phosphorosum	P + 3 O	1 : 3
Acidum phosphoricum	P + 5 O	1 : 5
Oxydum Carbonicum	C + 2 O	1 : 2
Acidum Carbonosum (Oxalicum)	C + 3 O	1 : 3
Acidum Carbonicum	C + 4 O	1 : 4
Nitrogenium	N + O	1 : 1
Oxydum nitrosum	N + 2 O	1 : 2
Oxydum nitricum	N + 3 O	1 : 3
Acidum nitrosum	N + 4 O	1 : 4
Acidum nitricum	N + 6 O	1 : 6
Oxydum hydricum (Aqua)	H + O	1 : 1
Superoxydum hydricum	H + 2 O	1 : 2
Oxydum chlorosum (Euchlorin)	Cl + O	1 : 1
Oxydum chloricum	Cl + 4 O nach G. L. u. D.	1 : 4
(Acidum chloros. *Berzel.*)	Cl + 3 O nach Stadi.	
Acidum chloricum	Cl + 5 O	1 : 5
Acidum oxychloricum	Cl + 7 O	1 : 7
Acidum jodicum	I + 5 O	1 : 5
Oxydum selenicum	Se + O	1 : 1
Acidum Selenicum	Se + 2 O	1 : 2
Acidum boracicum	B + 2 O	1 : 2
Suboxydum kalicum	K + O	1 : 1
Oxydum kalicum	K + 2 O	1 : 2
Superoxydum kalicum	K + 6 O	1 : 6
Suboxydum natricum	N + O	1 : 1
Oxydum natricum	N + 2 O	1 : 3
Superoxydum natricum	N + 3 O	1 : 2
Oxydum lithicum	L + 2 O	1 : 2
Oxydum calcicum	Ca + 2 O	1 : 2
Superoxydum calcis	Ca + 4 O	1 : 4

Namen der Oxyde der einfachen Körper.	Zeichen der Oxyde.	Verhältniſſe der Antheile der brennbar. Stoffe zum Oxygen.
Oxydum baryticum	Ba + 2 O	1 : 2
Superoxydum baryticum	Ba + 4 O	1 : 4
Oxydum stronticum	Sr + 2 O	1 : 2
Superoxydum strontic.	Sr + 4 O	1 : 4
Oxydum magnesicum	Ms + 3 O	1 : 3
Acidum silicicum	Si + 3 O	1 : 3
Oxydum aluminicum	Al + 3 O	1 : 3
Oxydum zirconicum	Zr + 3 O	1 : 3
Oxydum beryllicum	Be + 3 O	1 : 3
Oxydum yttricum	Y + 2 O	1 : 2
Oxydum aurosum	Au + O	1 : 1
Oxydum auricum	Au + 2 O	1 : 2
Acidum auricum	Au + 3 O	1 : 3
Suboxydum platinicum	Pt + 2 O	1 : 2
Oxydum platinosum	Pt + 3 O	1 : 3
Acidum platinicum	Pt + 4 O	1 : 4
Oxydum rhodosum	R + O	1 : 1
Oxydum rhodicum	R + 2 O	1 : 2
Acidum rhodicum (Superoxydum)	R + 3 O	1 : 3
Oxydum palladicum	Pl + 2 O	1 : 2
Oxydum argenticum	Ag + 2 O	1 : 2
Superoxydum argentic.	Ag + 3 O	1 : 3
Oxydum hydrargyrosum	Hg + O	1 : 1
Oxydum hydrargyricum	Hg + 2 O	1 : 2
Oxydum cuprosum	Cu + O	1 : 1
Oxydum cupricum	Cu + 2 O	1 : 2
Superoxydum cupricum	Cu + 4 O	1 : 4
Oxydum stannosum	Sn + 2 O	1 : 2
Oxydum stannicum	Sn + 3 O	1 : 3
Acidum stannicum	Sn + 4 O	1 : 4
Suboxydum plumbicum	Pb + O	1 : 1
Oxydum plumbicum	Pb + 2 O	1 : 2
Suboxydum plumbosum (Minicum)	Pb + 3 O	1 : 3
Superoxydum plumbic.	Pb + 4 O	1 : 4
Oxydum ferrosum	Fe + 2 O	1 : 2
Oxydum ferricum	Fe + 3 O	1 : 3
Suboxydum zincicum	Zn + O	1 : 1
Oxydum zincicum	Zn + 2 O	1 : 2
Superoxydum zincicum	Zn + 3 O	1 : 3

Namen der Oxyde der einfachen Körper.	Zeichen der Oxyde.	Verhältniſſe der Antheile der brennbar. Stoffe zum Oxygen.
Oxydum kadmicum	Ka + 2 O	1 : 2
Suboxydum nicolicum	Ni + O	1 : 1
Oxydum niccolosum	Ni + 2 O	1 : 2
Oxydum niccolicum	Ni + 3 O	1 : 3
Superoxydum niccolos.	Ni + 4 O	1 : 4
Superoxydum niccolic.	Ni + 6 O	1 : 6
Oxydum cobalticum	Co + 2 O	1 : 2
Superoxydum cobaltic.	Co + 3 O	1 : 3
Acidum cobalticum	Co + 4 O	1 : 4
Suboxydum bismuthic.	Bi + O	1 : 1
Oxydum bismuthicum	Bi + 2 O	1 : 2
Suboxydum stibicum	Sb + O	1 : 1
Oxydum stibicum	Sb + 3 O	1 : 3
Acidum stibiosum	Sb + 4 O	1 : 4
Acidum stibicum	Sb + 5 O	1 : 5
Suboxydum arsenicicum	As + O	1 : 1
Acidum arsenicosum	As + 3 O	1 : 3
Acidum arsenicum	As + 5 O	1 : 5
Oxydum manganosum	Mn + 2 O	1 : 2
Oxydum manganicum	Mn + 3 O	1 : 3
Superoxydum manganic.	Mn + 4 O	1 : 4
Acidum manganicum	Mn + 5 O	1 : 5
Oxydum molybdicum	Mo + O	1 : 1
Acidum molybdosum	Mo + 2 O	1 : 2
Acidum molybdicum	Mo + 3 O	1 : 3
Oxydum Wolframicum	W + 2 O	1 : 2
Acidum Wolframicum	W + 3 O	1 : 3
Oxydum uranicum	U + 2 O	1 : 2
Acidum uranicum	U + 3 O	1 : 3
Oxydum titanicum	Ti + 2 O	1 : 2
Acidum titanicum	Ti + 4 O	1 : 4
Acidum telluricum	Te + 2 O	1 : 2
Oxydum chromosum	Ch + 3 O	1 : 3
Oxydum chromicum	Ch + 4 O	1 : 4
Acidum chromicum	Ch + 6 O	1 : 6
Oxydum cerosum	Ce + 2 O	1 : 2
Oxydum cericum	Ce + 3 O	1 : 3
Acidum tantalicum	Ta + 2 O	1 : 2

In dieſen Tafeln iſt man in Hinſicht auf Chlor, Jod und Fluor, wozu man noch das Brom, welches

erſt neuerdings von Baland entdeckt worden, und deſſen Miſchungsgewicht nach demſelben 932,8 iſt, rechnen kann, der chlorſchen Anſicht gefolgt, in Hinſicht des Radikals der Salpeterſäure der von Berzelius aufgeſtellten Hypotheſe. Nähern Aufſchluß über dieſe Hypotheſe findet man in dem Artikel: Salpeterſäure. Die Nomenclatur und die Zeichen ſind die von Berzelius in ſeinen Tabellen angegebenen, und die Zahlen mit wenigen Ausnahmen dieſelben, welche dieſer große Naturforſcher, geleitet durch ſeine muſterhaften analytiſchen Unterſuchungen, berechnet hat.

Nach den bis im Allgemeinſten Betrachteten der Stöchiometrie ſoll nun auch das Specielle derſelben näher beleuchtet werden. Es iſt nicht hinreichend, daß man die Neutralitätsgeſetze zwiſchen Salzen kenne, daß man die Oxydationsſtuffen aller Stoffe beſtimme; man muß auch zu erklären wiſſen, wie vielfach zuſammengeſetzte Verbindungen aus den einfachen Stoffen werden, wie ſich die Mengen der einfachen Stoffen in nicht aus Oxyden beſtehenden Subſtanzen verhalten u. dgl.

Wenn zwey einfache Stoffe, welche ſich entweder ſchon chemiſch gemiſcht haben, oder ſich zu miſchen fähig ſind, mit einem dritten, zu welchem jene beyde eine Anziehung beſitzen, verbunden werden; ſo theilt ſich dieſer dritte zwiſchen den beyden ſo, daß ſie gleiche Antheile bekommen, oder ſo, daß, wenn der kleinere Theil als Einheit geſetzt wird, der größere ein einfaches Multiplum von jenem iſt. Theilte ſich alſo $A + B$ in nC, ſo entſtände eine Verbindung $(A + mC) + (B + (n - m)C)$, und $\frac{n - m}{m}$ wäre (in faſt allen Fällen) eine ganze und zwar einfache Zahl. Läßt man z. B. auf Schwefeleiſen im minim. $(Fe + 2S)$ Sauerſtoff oder auf Kalium-Arſenik $(K + 2As)$ Schwefel einwirken, ſo entſteht in dieſem Falle eine Verbindung $(K + 2S) + 2(As + 3S)$, wo das Schwefelarſenik dreymal ſo viel Schwefel enthält, als das Schwefelkalium; in jenem aber entſteht

$(Fe + 2O) + 2(S + 3O)$. Mag nun auch eine Verbindung auf den verſchiedenſten Wegen entſtanden ſeyn, ſo muß ſie, wenn ſie dieſelbe ſeyn ſoll, dieſelben Mengen der Stoffe enthalten. So kann die Verbindung $(Fe + 2O) + 2(S + 3O)$ durch unmittelbares Miſchen des $F + 2O$ und der $2(S + 3O)$ erhalten werden. Es war zu erwarten, daß ein ſolches Geſetz allgemein ſey, und ſo fand es Berzelius. Er zeigte, daß ein und dieſelbe Menge einer Säure (oder eine die Säuren vertretende Verbindung, z. B. Waſſer, Schwefelarſenik) immer eine conſtante Menge Sauerſtoff, oder den Sauerſtoff vertretende Subſtanz, z. B. Schwefel, in allen Baſen, mit denen ſie ſich verbindet, vorausſetze: ein Geſetz, welches früher ſchon Bergmann in der Sprache des phlogiſtiſchen Syſtems ſo angab, eine jede Menge Metall, welche hinreicht, um ein anderes aus einem Auflöſungsmittel metalliſch zu fällen, enthält gerade ſo viel Phlogiſton, als das aufgelößte bedarf, um wieder hergeſtellt zu werden. Giebt es nun gleich einige von dieſem einfachern Geſetze abweichende Säuren, deren Sauerſtoffgehalt kein ganzes Multiplum von dem der Baſis iſt; ſo hindert dies den ſtöchiometriſchen Rechnungen gar nicht, weil in ſolcher Verbindung der Sauerſtoffgehalt doch ſtets conſtant iſt, nur müſſen dieſe Ausnahmen auf dem Wege der Erfahrung ausgemittelt werden. Leicht laſſen ſich nun die Mengen Sauerſtoff von Oxyden berechnen, welche Baſen ſind. Man braucht dieſe nur mit einer Säure zu einem neutralen Salze zu verbinden, die Miſchungsverhältniſſe dieſes Salzes auszumitteln, und die der Säure zu wiſſen. Wäre A eine Säure, B eine Baſis; ihre Mengen verhielten ſich $= a : 100 - a$; in a ſeyn m Sauerſtofftheile, und der Sauerſtoffgehalt der Säure ſey n mal mehr, als der der Baſis; endlich ſeyn in 100 Säure c Sauerſtoff enthalten: ſo enthält $100 - a$ Baſis $\frac{m}{n}$ Sauerſtoff, und in 100 Theilen enthielten ſie

$\frac{a.c}{(100-a)n}$; denn es iſt $100-a:100=\frac{m}{n}:\frac{100m}{n(100-a)}$, m aber $=\frac{ac}{100}$, weil $100:a=c:m$ iſt. Setzt man für A Schwefelſäure, für B Kali, ſo muß letzteres $\frac{45{,}93 \cdot 59{,}86}{54{,}07 \cdot 3}$ Sauerſtoff in 100 Theilen enthalten, d. i. 16,95. Dieſes Geſetz für die Neutralſalze kann man nicht umkehren, d. h. es iſt nicht richtig, wenn man ſagt: ein und dieſelbe Baſis ſetzt, wenn ſie mit Säuren neutraliſirt wird, in dieſen Säuren gleichviel Sauerſtoff voraus. Eine gleiche Menge Kali z. B. ſetzt in der Schwefelſäure dreymal, in der Salpeterſäure ſechsmal ſo viel, als es ſelbſt enthält, Sauerſtoff voraus.

Bey Unterſuchung der vielfach zuſammengeſetzten Stoffe findet man, daß ſie als aus binären Stoffen zuſammengeſetzt betrachtet werden können; und ſieht man auf die elektro-chemiſche Anſicht, ſo muß man zwey mehr oder weniger vielfach gemiſchte Theile bezeichnen, von denen der eine negativ iſt, mithin die Säure vorſtellt, während der andere poſitiv, die Baſis darſtellend, iſt. So möchte Sulphas calcicus cum aqua beſſer durch: $(\ddot{C}a + 2\,Aq) + 2(\dddot{S} + Aq)$ zu bezeichnen ſeyn, als durch $\ddot{C}a'\dddot{S}^2 + 4\,Aq$ (wenn man mit Berzelius die Oxyde ſo bezeichnet, daß über ihre brennbaren Beſtandtheile die Mengen ihrer Sauerſtoffantheile durch Punkte angedeutet werden). Uebrigens findet ſich auch das Geſetz von den Vielfachen der Sauerſtoffantheile in den zuſammengeſetzten Stoffen wieder, wie beſonders aus der Anſicht des Mineralſyſtems nach chemiſchen Principien hervorgeht.

Brennbare Stoffe vereinigen ſich ſo unter einander, daß, wenn ſie bis zu einem gewiſſen Grade oxydirt werden, ſie dem ſchon oben gegebenen Geſetze folgen. Arſenikmetalle z. B. oxydiren ſich zu arſenikſauren Salzen u. ſ. w.

Was die ſauren und baſiſchen Salze betrifft, ſo iſt bekannt, daß die Säuremengen in den erſtern ein ganzes Multiplum von der in den neutralen Salzen iſt, daß mithin in denſelben die Sauerſtoffantheile der Säure und der Baſis Verhältnißexponenten in ganzen Zahlen geben; in den andern aber enthält die Baſis entweder eben ſo viel oder doppelt ſo viele Antheile Sauerſtoff, als die Säure.

Bisher iſt das Gewicht als Norm zur Beſtimmung der Verhältnißzahlen angenommen worden; da aber abſolutes und ſpecifiſches Gewicht bey gleichen Räumen im geraden Verhältniſſe ſtehen, ſo können auch die Raumverhältniſſe zur Berechnung angenommen werden. Der Dichtigkeitszuſtand iſt hier beſonders zu beachten, nur daß man dieſen in den meiſten Fällen nicht ſo genau beſtimmen kann. Bey der Verbindung der Luftarten bemerkte man zuerſt, daß, wenn man den Raum des einen Beſtandtheils als Einheit annimmt, der des andern entweder eben ſo groß oder mehrfach in ganzen Zahlen ſey. M. ſ. den Artikel: **Gas, atmoſphäriſches.** Th. IX. S. 261. Man wollte dies Geſetz auf alle andere feſte Körper übertragen; allein dies konnte nur durch Hypotheſen geſchehen, denn die meiſten Stoffe laſſen ſich nicht in den Zuſtand eines Gaſes verſetzen. Eben ſo iſt die ganze Rechnung nur Hypotheſe, die Maaßtheile der Stoffe, wenn ſie feſt geworden, zu beſtimmen, bey welchen Beſtimmungen die der verdichteten Gaſe wieder Schwierigkeiten verurſachen. Uebrigens folgt daraus, wenn die elaſtiſch-flüſſigen Materien ſich in einfachen Raumverhältniſſen verbinden, daß auch zwiſchen dem ſpecifiſchen Gewichte und der Zahl eines Miſchungstheils ein einfaches Verhältniß Statt finden müſſe. Die Beſtandtheile des Waſſers z. B. verhalten ſich wie O : H = 100 : 12,4886; die ſpecifiſchen Gewichte des Sauerſtoffs und Waſſerſtoffs verhalten ſich wie 1 : 0,06244; das Miſchungsgewicht des Waſſerſtoffs 0,124886 verhält ſich alſo zum ſpecifiſchen Gewicht deſſelben (0,06244)

wie 2 : 1, während das Miſchungsgewicht des Sauerſtoffs ſich zu deſſen ſpecifiſchen Gewichte verhält wie 1 : 1; es muß folglich der Raum des Waſſerſtoffantheils doppelt ſo groß ſeyn, als der des Sauerſtoffantheils. Dieſes Geſetz findet man bey allen elaſtiſchen Flüſſigkeiten beſtätigt, ſo daß das ſpecifiſche Gewicht bey einigen Gaſen gleich iſt dem Miſchungsgewicht, bey andern nur $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ ſo groß. Auch die Verdichtung, welche die Gaſe bey ihrer chemiſchen Miſchung erleiden, erfolgt nach einfachen Maaßverhältniſſen. Treten gleiche Maaßtheile zuſammen, ſo entſteht entweder keine Verdichtung, oder die Räume vermindern ſich zur Hälfte oder zum Viertheil. Chlor und Waſſerſtoffgas z. B. verdichten ſich nicht; Schwefeldampf und Waſſerſtoffgas zur Hälfte; Kohlenſtoff in Dampfform und Waſſerſtoff zum Viertheil. Treten Gaſe in dem Maasverhältniſſe wie 1 : 2 zuſammen, ſo werden ſie entweder zu $\frac{1}{3}$ oder zu $\frac{2}{3}$ der Räume verdichtet. Iſt ihr Maasverhältniß 1 : 3, ſo vermindert ſich der Raum zur Hälfte.

Auf dieſe Erfahrungen geſtützt iſt es möglich aus den Maasverhältniſſen der Stoffe auch die Gewichtsverhältniſſe derſelben abzuleiten, oder umgekehrt aus dieſen jene. Es leuchtet ein, daß die Gewichtstheile einer Verbindung zweyer Gaſe gleich ſind der Summe der Gewichtstheile der einfachen Beſtandtheile, und daß ſich die abſoluten Gewichte ſowohl des zuſammengeſetzten Gaſes, als der einfachen Gaſe, wie die Produkte aus dem ſpecifiſchen Gewichte in die Räume, verhalten. Aus dieſen Verhältniſſen laſſen ſich Gleichungen ableiten, mittelſt deren ſich die Räume, ſpecifiſche und abſolute Gewichte des zuſammengeſetzten Gaſes und der Beſtandtheile deſſelben finden laſſen. Wollte man z. B. die Verhältnißzahl des Waſſerſtoffs finden, wenn die Raumverhältniſſe, in welchen es mit Sauerſtoff Waſſer bildet, und die ſpecifiſchen Gewichte beyder Gaſe bekannt ſind; ſo dürfte man nur anſetzen, das abſolute Gewicht des Sauerſtoffs (100,0) verhält ſich zu dem des Waſſerſtoffs (x), wie

die Produkte aus dem ſpecifiſchen Gewichte in die Räume, oder] wie 1.1,1026 : 2.0,0688 d. i. 1,1026 : 0,1376 = 100 : x. Hieraus findet man $x = \frac{13,76}{1,1026} = 12,4$. Wollte man die Maastheile finden, mit welchen der Waſſerſtoff in das Waſſer eingeht, und es wäre ſeine Verhältnißzahl bekannt, ſo läßt ſich dies ſehr leicht auf folgende Art beſtimmen, es verhält ſich nämlich, wie vorhin 1.1,1026 : x.0,0688 = 100 : 12,4886, oder

$$\frac{1,1026}{0,0688} : x = 100 : 12,4886$$, und daher

$$x = \frac{1,1026 . x\, 12,4886}{6,88} = 2,001$$ u. ſ. w. Mehreres hierüber findet man beym Biſchoff *).

Eine Zahlenreihe, deren Glieder chemiſche Gemiſche bezeichnen, nennt man eine ſtöchiometriſche, eine Verhältnißreihe der chemiſchen Stoffe eine Aequivalenten-Tafel chemiſcher Elemente, wenn alle dieſe einzelnen Glieder berechnet ſind nach einer ein für allemal angenommenen Einheit. Richter z. B. nahm die Schwefelſäure zur Einheit, neuere Chemiker den Sauerſtoff oder den Waſſerſtoff; den Waſſerſtoff beſonders dieſerwegen, weil einige der Meinung ſind, ſeine Verhältnißzahl laſſe ſich ohne Reſt in jede andere Verhältnißzahl einfacher Stoffe dividiren, und ſey darum als Prüfſtein anzuwenden; natürlich müſſen alsdann alle Verhältnißzahlen ganze Zahlen ſeyn; — oder auch darum, weil er der leichteſte Stoff iſt; — ein Grund, der nicht hinreicht, den Sauerſtoff, der mit allen Elementen ſcharf begrenzte Verbindungen eingeht, als Maas zu verwerfen. Solche Verhältnißreihen ſind nach den bisher vorgetragenen Lehren nicht mehr ſchwer anzufertigen. Die Oxyde ſind nach den oben gegebenen Tafeln zu beſtimmen, die Verbindung brennbarer Stoffe aber ſo, daß,

*) Lehrbuch der Stöchiometrie. S. 226. ff.

wenn ſie bis zu einer gewiſſen Stufe oxydirt werden, ſie neutrale Salze vorſtellen, in denen dann die Sauerſtoffantheile der Säure ein ganzes Vielfaches iſt von denen in der Baſis. Auf dieſe Art iſt das Schwefelbley ſo verbunden, daß, wenn es oxydirt wird, es ſchwefelſaures Bleyoxydul darſtellt; ſein Zeichen iſt daher $Pb + 2S$, und ſeine Zahl 2991,652 während das Zeichen des ſchwefelſauren Salzes $\ddot{P}b + 2\ddot{S}$ iſt und ſeine Zahl 3791,652. Der Chemiker arbeitet aber nicht ſtets mit dieſen Mengen, und muß darum häufig mittelſt der Regel Detri andere Verhältniſſe aufſuchen. Dieſem Zeit raubenden Rechnen hat **Wollaſton** abgeholfen durch ſeine Aequivalentenſkale, in welcher er zwey logarithmiſche Linien ſehr ſinnreich benutzt. Er ordnete nämlich die Stoffe, einfache und zuſammengeſetzte, auf einer verſchiebbaren Skale dergeſtalt neben einander, daß durch bloße ſenkrechte Verſchiebung der Skalenhälften die Miſchungsverhältniſſe von je zwey miſchbaren Stoffen angegeben werden. Dieſe Einrichtung iſt gerade ſo, wie ſie die ſogenannten logarithmiſchen Rechenſtäbe zeigen, und gründet ſich gleichfalls auf die Eigenſchaft der Logarithmen. So geben z. B. die gewöhnlichen Logarithmentafeln für die natürlichen Zahlen, wenn man nur die erſten Decimalſtellen nimmt, folgende Werthe:

Zahlen	Logarithmen
1	0
2	301
3	477
4	602
5	698
6	778
7	845
8	903
9	954
10	1000 u. ſ. f.

Trägt man nun dieſe Werthe nach einem verjüngten Maaßſtabe auf eine Linie, ſo daß die den Logarithmen entſprechende Abſtände ſämmtlich von einem einzigen Punkte ausgehen, und bezeichnet man die Abſtände mit

1, 2, 3, 4, u. ſ. ſo hat man eine logarithmiſche Skale, in welcher diejenigen Zahlen gleich weit von einander abſtehen, welche einerley Verhältniß zu einander haben, nämlich 0 und 301, 301 und 602, 602 und 903 ſtehen gleich weit von einander ab, weil 1:2=2:4=4:8 iſt. Um dieſes auf die Aequivalentenſkale der Grundſtoffe und ihrer Gemiſche anzuwenden, ſucht man die Logarithmen der bekannten Verhältnißzahlen ihrer chemiſchen Werthe, trägt dieſe nach demſelben Maasſtabe parallel neben der zur zu vergleichenden Einheit angenommenen Zahl auf eine Linie, bezeichnet dieſe Abſtände mit dem Namen der Materien, deren Verhältnißzahlen ihnen entſprechen, und macht die erſtere dieſer Skalen der andern, als unbeweglich zu betrachtende, in ſenkrechter Richtung verſchiebbar. Da hiebey gleiche Abſtände gleichen Verhältniſſen beyder Skalen entſprechen, ſo können die ſenkrechten Abſtände je zweyer Werthe auf der unbeweglichen Skale als Glieder des einen Verhältniſſes und die nämlichen Abſtände auf der beweglichen Skale als Glieder des andern Verhältniſſes betrachtet werden, woraus die Möglichkeit hervorgeht, alle Beyſpiele der Regel Detri ſogleich durch bloßes Verſchieben der beweglichen Skale aufzulöſen. Verbände ſich ein Stoff A mit einem andern B in dem Verhältniſſe, wie a:b, ſo muß das Verhältniß daſſelbe bleiben, es mag A in größerer oder kleinerer Menge angewendet werden. Schiebt man daher irgend eine Zahl der logarithmiſchen Linie an A, ſo muß dieſe mit der, welche dann bey B ſteht, in demſelben Verhältniſſe a:b ſeyn, und bey A+B muß eine Zahl ſtehen, welche der Summe der beyden Gewichte von A und B gleich kommt. Es ſey z. B. der Sauerſtoff mit dem Zinn im Verhältniß von 1:4 verbindbar, ſo zeichne man beyde Stoffe auf der unbeweglichen Skale in dem Abſtand von einander, der dieſem Verhältniſſe entſpricht. Da nun auf der beweglichen Skale die Zahlen 24 und 96 eben ſo weit von einander entfernt ſind, als 1 und 4, ſo muß auch, wenn die bewegliche Skale ſo verſchoben

worden iſt, daß ſich 24 zur Seite des Sauerſtoffs befindet, die Zahl 56 neben dem Zinn zu ſtehen kommt. Wäre nun umgekehrt A + B in Zahlen gegeben, ſo laſſen ſich mittelſt einer ſolchen logarithmiſchen Linie A und B allein finden. Man ſchiebt dann die gegebene Zahl an A + B, ſo werden die Zahlen bey den einzelnen Stoffen anzeigen, wie viel von einem jeden in die Verbindung eingeht. Weitere Beſtimmungen über dieſe Skale findet man bey Thomſon [α]) und Schweigger [β]), und bey letztern einige Ungleichheiten der Skale berichtigt.

Wie die Qualitäten der Stoffe mit deren Verhältnißzahlen in Verbindung ſtehen, iſt bisher noch wenig erforſcht worden, und die Geſetze, welche man hier aufgefunden zu haben glaubt, bedürfen noch mehrere Unterſuchungen, ehe ſie ſicher geſtellt ſind. Indeß, wenn ſie ſich beſtätigen, ſind ſie von zu großem Nutzen für das Gebiet der ganzen Phyſik, als daß ihrer nicht erwähnt werden ſollte.

Nach Dalton verhalten ſich die ſpecifiſchen Wärmen umgekehrt, wie die ſpecifiſchen Gewichte, alſo auch in gewiſſer Beziehung wie die ſtöchiometriſchen Zahlen. Bisher folgten dieſem Geſetze nur die einfachen Gasarten, Sauerſtoffgas, Waſſerſtoffgas und Stickſtoffgas; Petit und Dulong [γ]) aber haben gezeigt, daß man dieſes Geſetz auch auf die einfachen feſten Körper ausdehnen könne. Die hiernach berechneten ſtöchiometriſchen Zahlen ſtimmen mit denen aus den Verbindungsverhältniſſen enthaltenen ſo, daß meiſtentheils dieſe letztern Vielfache (faſt alle nach ganzen Zahlen) von jenen ſind, woraus man folgern könnte, daß die Oxydationsſtuffen noch nicht genau genug bekannt ſeyn. Folgende Stoffe z. B. beſitzen nach Petit und Dulong beygegebene Wärme-

α) Annals. IV. 176.
β) Journal für Chemie und Phyſik. B. XII. S. 100. ff. S. 357. B. XIV. S. 126. u. 500.
γ) Annales de chemie et physique. T. X. p. 396. Schweigger's Journal. B. XXXII. S. 479.

capacität, aus welcher die ſtöchiometriſche Zahl berechnet wurde. Zur ſchnellen Ueberſicht ſind die aus den Verbindungsverhältniſſen berechneten ſtöchiometriſchen Zahlen, ſo wie auch eine Reihe, in welcher ein Vergleich zwiſchen beyderley Zahlen angeſtellt iſt, beygeſetzt. Die angezeigten Differenzen beziehen ſich auf die Menge, um welche die vergleichenden Zahlen größer oder kleiner, als auf gewöhnlichem Wege erhaltene Aequivalente, ſind.

	Wärme-capacität.	ſtöchiom. Zahlen aus der Wärmecapacität gefund.	ſtöchiometr. Zahlen aus dem chem. Verhältniſſe gefunden.	Vergleich beyder Angaben.
Schwefel	0,188	201,16	201,160 =	201,160
Kobalt	0,1498	252,46	737,436 =	3 . 252,46 — 19,944
Eiſen	0,1100	343,80	678,887 =	2 . 343,80 — 8,713
Nickel	0,1035	365,39	1113,837 =	3 . 365,39 + 17,667
Kupfer	0,0949	398,50	791,390 =	2 . 398,50 — 5,610
Zink	0,0927	407,96	819,672 =	2 . 407,96 + 3,752
Tellur	0,0912	414,67	807,144 =	2 . 414,67 — 22,196
Silber	0,0557	678,96	2073,433 =	3 . 678,96 + 36,553
Zinn	0,0514	735,76	1470,580 =	2 . 735,76 — 0,94
Platin	0,0314	1204,40	2431,906 =	2 . 1204,40 + 23,106
Gold	0,0298	1269,67	2486,000 =	2 . 1269,67 — 53,34
Bley	0,0293	1290,72	2589,322 =	2 . 1290,72 + 7,882
Wismuth	0,0288	1313,13	1773,993 =	$\frac{4}{3}$. 1313,13 + 23,113

Wollte man dies Geſetz ohne Rückſicht auf die feſten Stoffe auf alle Gaſe anwenden, ſo würde folgen, daß alle einfache Gaſe bey gleichen Volumen eine gleiche Wärmecapacität hätten; und daß, wenn die Wärmecapacität der zuſammengeſetzten Gaſe mit der ihrer Beſtandtheile und deren Ausdehnung im geraden Verhältniſſe ſteht, was **Meineke** in den Erläuterungen zu ſeiner Meßkunſt auseinander zu ſetzen ſucht. In den zuſammengeſetzten Gaſen bey gleichem Volum die Wärmecapacität ein Produkt iſt aus der Beſtandtheile und deren Ausdehnung.

Nennt man die Mengen Sauerſtoff, welche ein brennbarer Stoff aufnehmen muß, um eine ſalzartige Verbindung eingehen zu können, ſeine Sauerſtoffcapacität, ſo läßt ſich nachweiſen, daß ſich die Dichtigkeiten zweyer

einfachen Gaſe bey gleichem Gewicht umgekehrt verhalten, wie ihre Sauerſtoffcapacitäten, und dieſe wieder umgekehrt wie die ſtöchiometriſchen Zahlen. Hieraus folgt dann:

daß ſich die ſpecifiſchen Wärmen verhalten wie die Sauerſtoffcapacitäten; ein Geſetz, welches an das von Welter *) vorgelegte erinnert, worin er angiebt, daß zwiſchen Verbrauch von Sauerſtoff und Entwickelung von Wärme ein gerades Verhältniß Statt finde. Iſt dies aber der Fall, ſo iſt auch zwiſchen der Wärme, welche z. B. ein Metall flüſſig macht, d. i. ſeine Cohäſion aufhebt, und dieſer Cohäſion ſelbſt ein beſtimmtes Verhältniß vorhanden. Stellt man ſich die Wärme zur Verſinnlichung materiell vor, ſo muß, damit ein Metall ſchmelze, deſſelben ſpecifiſche Wärme vervielfacht werden, und zwar um ſo mehr, je cohärenter es iſt. Da beym Schmeltpunkte die Cohäſion aufhört, ſo iſt hier die ſpecifiſche Wärme ſo weit verſtärkt, daß ſie der Cohäſion gleich kommt; dieſe wird daher ein Produkt aus der ſpecifiſchen Wärme in die Schmelzgrade ſeyn.

Die Dichtigkeit giebt ein Maasſtab für die Wirkung eines in einem als Einheit geſetzten Raume befindlichen Stoffes, jedoch wird dieſe gerade ſo vielmal vermindert, als ſeine Cohäſion beträgt, weil dieſe auch überwunden werden muß, aus welcher Urſache die cohärentern Materien auch nur mit geringen Quantitäten in Verbindungen eingehen. Das Maas für die chemiſche Wirkung iſt alſo eigentlich die Dichtigkeit dividirt durch die Cohäſion; dieſes Maas iſt aber auch gleich dem ſtöchiometriſchen Werthe.

Man kann dieſe noch lange nicht anerkannten Geſetze folgender Maaßen allgemein ausdrucken: bezeichnet man mit w, W die ſpecifiſchen Wärmen zweyer Stoffe, mit d, D ihre Dichtigkeiten, mit o, O ihre Sauerſtoffcapacitäten, mit s, S ihre ſtöchiometriſchen Werthe, mit c, C ihre

*) Annales de chimie et de physique. Tom. XIX. p. 425.

Cohäſionen und mit f, F ihre Schmelzgrade; ſo verhalten ſich

$$w : W = D : d, \text{ aber}$$
$$D : d = o : O, \text{ alſo auch}$$
$$w : W = o : O; \text{ ferner}$$
$$o : O = S : \int, \text{ daher}$$
$$w : W = S : \int; \text{ weiter}$$

$$\text{iſt } w = \frac{c}{f}; \; W = \frac{C}{F}, \text{ mithin auch}$$

$$w : W = \frac{c}{f} : \frac{C}{F} = S : \int;$$

$$\text{und } c = \frac{d}{\int} = w \,.\, f.$$

Hieraus laſſen ſich nun z. B. leicht finden

$$\int = \frac{d}{c} = \frac{d}{wf}; \; d = c\int = \int wf;$$

$$f = \frac{c}{w} = \frac{d}{\int w} \text{ und } w = \frac{c}{f} = \frac{d}{\int f}.$$

Setzt man ſtatt $\int$ den gleichen Werth, nämlich die Dichtigkeit einfacher Gaſe, $= p$, ſo hat man

$$p = \frac{d}{c}, \text{ und hieraus } d = pc, \text{ und}$$

$$c = \frac{d}{p}.$$

Es laſſen ſich auf dieſe Weiſe noch manche Gleichungen entwickeln, welche, wenn erſt recht viele Thatſachen für das hier Entwickelte ſprechen, von ſehr hohem Werthe ſeyn können.

Die Geſchichte der Stöchiometrie zählt nur einige Jahrzehende, wenn wir den Zeitpunkt zum Anfang einer Wiſſenſchaft ſetzen, in welchem aufgefundene Geſetze allgemein aufgefaßt und zu einem mehr oder minder vollkommenen Ganzen verbunden worden. Wollten wir einzelne Erfahrungen oder Andeutungen aufſuchen, um den Anfang der Geſchichte dort zu finden, ſo müſſen wir zu den

Werken des grauen Alterthums zurückkehren; denn Stellen, welche, da uns die Geſetze der Stöchiometrie nun bekannt ſind, günſtig ausgelegt werden können, giebt es genug. Und hätten ältere Naturkundige einen ſolchen geſetzlichen Zuſammenhang auch nur geahnet, ſie würden denſelben nicht in einzelne dunkele Ausdrücke eingekleidet haben.

Der Berliner Chemiker, **Richter**, war es, welcher die Stöchiometrie ſchuf. Er legte, ausgehend von dem oben angeführten Neutralitätsgeſetz, welches von **Wenzel** ſchon vorher gekannt und richtig erklärt aber nicht angewendet war, die Geſetzmäßigkeit in den Miſchungsverhältniſſen der Körper klar vor Augen; er ſuchte durch Verſuche ſowohl, als auch durch folgenreiche Anwendung der Mathematik, dieſe Geſetzmäßigkeit zu erhärten, und ſie auf die Qualitäten der Körper auszudehnen. Ging er auch mannichmal in ſeinen Unterſuchungen zu weit, ſuchte er da Geſetze, wo ſie nicht zu ſuchen waren, beurtheilte er auch die Eigenſchaften eines Stoffes nach ſeiner neuen Lehre und nicht dieſe nach jenen; ſo kann ſeinen Kenntniſſen und ſeinem Ruhme dadurch kein Abbruch geſchehen; denn er wollte ſeine Lehre durch Geſetze, die erſt zu ſuchen waren, feſtſtellen. Uebrigens geht aus ſeinen Schriften ſelbſt hervor, daß nicht die Sucht, ſeine mathematiſchen Kenntniſſe zu beurkunden, wie ihm von dieſem und jenem vorgeworfen ward, ſondern die löbliche Begierde, die Wiſſenſchaft zu fördern, zu weit leitete. Dahin gehört z. B. die von ihm ſogenannte quantitative Ordnung oder das Geſetz der Proportionen, was an **Meineke**'s Geſetz, daß die ſtöchiometriſchen Zahlen Produkte aus der Zahl des Waſſerſtoffs in die natürlichen ganzen Zahlen ſey, errinnert. **Richter**'s Arbeiten finden ſich in verſchiedenen von ihm herausgegebenen Schriften *).

---

*) Anfangsgründe der Stöchiometrie. III. Thle. Breslau 1792 – 94. Ueber die neuern Gegenſtände der Chemie. XI. Stücke. Berlin 1791 — 1802.; die erſte Idee zur Stöchiometrie findet ſich in

Vor Richter'n richtete man beſonders ſein Augenmerk auf die Verwandtſchaften der Stoffe, zwiſchen welchen man Verhältniſſe zu Quantitäten, Auflöſungszeiten, ſpecifiſchem Gewichte aufzuſuchen bemühet war [α]). Aber nicht ſowohl die Entwickelung der Geſetze, welche beym **Biſchoff** in ſeinem Lehrbuche der Stöchiometrie ſehr gut geprüft werden, ſondern vielmehr die damals beſonders durch **Klaproth** verbeſſerte Methode zu analyſiren und die bekannt gemachten Unterſuchungen legten den ſicherſten Grundſtein zur jetzigen Stöchiometrie. **Guyton** [β]), welcher über Zuſammenſetzungen der Salze Unterſuchungen anſtellte, und **V. Roſe** [γ]) der beſonders auf das Beſtandtheilverhältniß der neutralen Salze aufmerkſam macht, gaben, erſterer mit Richter's Lehre unbekannt, als Prüfungsmittel analytiſcher Unterſuchungen das Beybehalten der Neutralität zweyer Neutralſalze nach ihrer Zerſetzung an. **Link** [δ]) machte darauf aufmerkſam, daß die Menge des zerlegenden Stoffes die zerlegende Kraft in einem ſchnell zunehmenden Verhältniſſe vermehre, daß es alſo eigentlich keine Wahlanziehung gebe; hieraus würde auch folgen, daß es auch keine feſten Miſchungsverhältniſſe gebe. **Berthollet** faßte ſpäterhin dieſe Idee wirklich ſo auf, indem er zu zeigen ſuchte, daß die Wirkung der Verwandtſchaft ein Produkt aus der jedem Körper inwohnenden chemiſchen Kraft in die Quantität der Materie ſey, welche er **chemiſche Maſſe** nannte, woraus denn folgt, daß die

---

ſeiner dissertatio: de usu matheseos in chymia. Regiom. 1789.

α) M. ſ. Wenzel Lehre von der Verwandtſchaft. Dresd. 1777. 8. Wiegleb Reviſion der Grundlehren von den chemiſchen Verwandtſchaften der Körper. Erfurt 1780. Kirwan's phyſiſche Schriften a. d. Engl. überſ. von Crell. Berlin und Stettin 1783 — 93. *Bergmann* de attractionibus electivis in Nov. Ac. Sci. Soc. Ups. Vol. II. 1775.; deſſelben: de diversa Phlogisti quantitate in metallis. Ups. 1782. u. a. mehr.

β) Annales de chimie. Tom. XXV. p. 292.

γ) Gehlen's neues allgem. Journ. der Chemie. B. VI. S. 22. ff.

δ) Crell's chemiſche Annalen. 1791. I. p. 484.

Verwandſchaft zweyer Stoffe zu einander ungleich ſey, d. h. daß A zu B eine größere oder kleinere Verwandtſchaft habe als B zu A; denn wäre in einer neutralen Verbindung A + B, Q die Menge von A und q die Menge von B, V die chemiſche Kraft von A, und v die chemiſche Kraft von B, ſo iſt QV, qv, weil ſonſt A + B nicht neutral ſeyn könnte, und es verhält ſich Q:q = v:V. Die Wirkung der chemiſchen Maſſe wird aber theils begünſtigt, theils beſchränkt durch Cohäſion, Unauflöslichkeit, Elaſticität, Wärme und Efflorescenz. Diejenigen Verbindungen nun, welche durch dieſe Eigenſchaften vermittelt werden, haben nach **Berthollet** ein beſtimmtes Miſchungsverhältniß; diejenigen aber, wo nur die chemiſche Maſſe wirkt, miſchen ſich in jedem beliebigen Verhältniſſe. Daß **Berthollet** bey ſolcher Erklärungsweiſe nur einer Grundkraft bedurfte iſt leicht einzuſehn. Uebrigens haben nach ihm alle Grundſtoffe ein Maximum und ein Minimum für ihre möglichen Verbindungen, über welche Grenzen keine Vereinigung mehr Statt findet. Seine Theorie findet man in ſeinen verſchiedenen Schriften [α]). Gegen dieſe trat vor allen **Prouſt** auf. Dieſer Chemiker bewies durch Verſuche, daß zwiſchen dem Maximum und Minimum der Oxydation oder der Schwefelung eines Metalles durchaus keine unendliche Reihe von Verbindungen, ſondern unveränderliche Proportionen Statt hätten; daß Zwiſchenſtuffen Gemenge wären von zwey verſchiedenen Oxyden oder Schwefelmetallen; daß die Schwefelmetalle ſelbſt nicht Verbindung aus Schwefel mit Oxyden, ſondern mit Metallen, welches man bis dahin nicht wußte, ſeyn [β]). **Berthollet** ſuchte gegen **Prouſt** ſeine Anſicht zu ver-

α) Recherches sur les lois de l'affinité. Par. 1802. in der première et seconde suite des recherches etc. und in der troisième suite, die ſich in den memoir. de l'inst. de France. Paris 1806. befindet, und endlich in deſſen Werke: Essai de statique chimique. Tom. I. II. Paris 1802.

β) Journal de physique. 1801 — 1805.

theidigen [α]). Auch Link [β]) macht die Einwendung gegen Berthollet, daß ſeine Verſuche, z. B. die Zerſetzung des ſchwefelſauren Baryts durch Kali, nichts gegen die Lehre der Wahlanziehung beweiſen, weil nirgends nachgewieſen würde, daß die Menge der beyden entſtandenen Verbindungen, nämlich ſchwefelſaures Kali und ſchwefelſaurer Baryt, mit der chemiſchen Maſſe der zuſammengeſetzten Stoffe übereinſtimmen; daß ſich aber mit der Lehre der Wahlanziehung das Wachſen der chemiſchen Verbindung bey vermehrter Maſſe wohl vereinigen ließe; daß endlich eine Verbindung bey der Zerlegung erſt verſchiedene Stufen der engern und lockerern Vereinigung durchlaufe, bevor ſie in Null übergeht. Berzelius [γ]), durch deſſen genaue analytiſche Unterſuchungen das Daſeyn feſter Vermiſchungsverhältniſſe erwieſen, mithin Berthollet's Anſicht für nichtig erklärt iſt, iſt doch der Meinung, daß ſeine und Berthollet's Grundſätze vereinbar ſeyn. Auch Winterl [δ]) zeigte, daß die Menge bey der Wirkung der chemiſchen Kraft in Anſchlag gebracht werden müſſe, weil abgeſtumpfte Stoffe (nicht ſo ſtark begeiſtete) größere Mengen kleinern vorziehen, und daß die Elaſticität, Wärme, Kryſtalliſirbarkeit einer auszuſcheidenden Säure auf die Zerlegung mitwirke.

Durch die damals aufgefundenen chemiſchen Wirkungen der Volta'ſchen Säule erhielt nicht nur die analytiſche Chemie, ſondern auch die Lehre von der Verwandtſchaft einen unerwarteten mächtigen Schwung. Stoffe, welche bis dahin einfach galten, wurden zerlegt, und ein allgemeiner Zuſammenhang zwiſchen Chemismus und Contactelektricität dargethan; die Stöchiometrie aber gewann beſonders durch die genauere Kenntniß und Miſchungsverhältniſſe der einfachen Stoffe. Mittelſt dieſes kräfti-

---

α) Journal de physique. 1805.

β) Gehlen's Journal für Chemie und Phyſik. B. III. S. 232.

γ) Theorie der chemiſchen Proportion, überſ von Blöde. Einleit. VI. u. S. 110. ff.

δ) Prolus. ad chemiam Sec. dec. noni. Budae 1801.

gen Reagens konnte man alle Stoffe auf ihre Einfachheit prüfen, und ſo gelang es denn, eine Reihe Stoffe als einfach darzuſtellen, welche man vorher als Oxyde betrachtet hatte, die analoge Verbindungen, wie der Sauerſtoff, eingehen und dieſen vertreten können. Dieſe Stoffe ſind: Jod, Chlor, Bran, Fluor. So wurde auch die Volumtheorie eigentlich durch zerſetzende Wirkung der galvaniſchen Elektricität feſter begründet.

Im Jahre 1808 gab Dalton ein auf neue Anſichten gegründetes Syſtem unter dem Titel: New system of chemical Philosophy heraus, deſſen zweyter Theil, der vorzüglich die Verbindungen der einfachen Stoffe zu zuſammengeſetzten abhandelt, erſt 1810 erſchien. Aber ſchon ſeit 1802 hatte er mehrere Abhandlungen in den Schriften der litter. und naturf. Geſellſchaft von Mancheſter geliefert, welche vorzüglich von Wärmeſtoff, von den Gasarten, und von den Geſetzen, die zwiſchen dem Wärmeſtoff und der chemiſchen Verbindung obwalten, handeln. In ſeinem eben angeführten Werke nimmt er an, daß alle Stoffe ſich in kugelförmigen mit mehr oder minder dichten Wärmeatmoſphären umgebenen Atomen verbinden, deren relative Gewichte, Durchmeſſer und Mengen in den zuſammengeſetzten Stoffen er zu finden lehrt. Weil er Atome, d. i. untheilbare Theilchen annahm, ſo mußte er eine Verbindung als aus ganzen Atomen einfacher Stoffe gebildet betrachten. Auf ſehr gute analytiſche Unterſuchungen geſtützt gab er an, daß ſich ein Atom von A mit 1, 2, 3 Atomen von B, oder umgekehrt ein Atom B mit 1, 2, 3 Atomen von A verbände. Die Verbindung von 1 Atom mit 1 Atom nennt er zweyfach, 1 Atom mit 2 Atomen dreyfach u. ſ. w. welche Ausdrücke er auch gebraucht, wenn er eine Verbindung bezeichnet, welche ſchon aus zuſammengeſetzten Atomen beſteht. Iſt das relative Gewicht gegeben, ſo ſind natürlich durch dieſelbe Zahl auch die Atome gegeben, welche Dalton nach den verſchiedenen Materien auch verſchieden bezeichnete. Es wäre nun nichts leichter, als aus den

gefundenen relativen Gewichten die Durchmeſſer der Atome zu finden, wenn nicht das Volumen, hier die Kugelgeſtalt, durch die Wärme ausgedehnt würde, weswegen er die Atome in Gasgeſtalt berechnen mußte. Da der Durchmeſſer der Atome vom relativen Gewicht abhängt, ſo iſt hieraus von ſelbſt klar, daß Dalton's Atome und die ſtöchiometriſchen Zahlen oder die Maſſenreihen Richter's dieſelbe Grundidee haben, wie auch von Schweigger [α]) und Wollaſton [β]) angedeutet wird, insbeſondere vom letzteren bey Entwerfung ſeiner Aequivalentenſkale. Indeſſen iſt Dalton doch der erſte, welcher die Lehre von dem Vielfachen als Geſetz vorlegte, welches ſpäterhin beſtätigt wurde. Die Streitigkeiten über die Priorität der Entdeckung von den Vielfachen durch Higgins, ſind, da ſie keinen wiſſenſchaftlichen Werth haben, des Anführens nicht werth.

Um dieſelbe Zeit fanden v. Humbold und Gay-Luſſac, daß das Waſſer aus 1 Raumtheile Sauerſtoffgas und zwey Raumtheilen Waſſerſtoffgas gebildet werde. Letzterer entdeckte, als er dergleichen pnevmatiſche Verſuche fortſetzte, daß allgemein die Gasarten ſich verbinden, wie 1 : 1, 1 : 1½; 1 : 2, 1 : 3 u. ſ. w. [γ]). Dieſe Erfahrung war der Dalton'ſchen Anſicht günſtig, die Beſtätigung derſelben aber Dalton nicht genügend. Die Raumverminderung zweyer ſich verbindenden Gaſe ſteht aber auch nach Gay-Luſſac in ſehr einfachem Verhältniſſe zu dem Volumen derſelben. Nach den gegebenen Verſuchen kann man feſtſtellen, daß 1. gleiche Räume ſich gar nicht, oder auf die halbe, oder viertel Summe verdichten; daß 2. Stoffe, welche ſich in dem Raumverhältniſſe wie 1 : 2 verbinden, zu ⅔ der Summe beyder Räume verdichtet werden; daß 3. Stoffe, deren Raumverhältniß bey einer Verbindung ſich verhält, wie 1 : 3, zur halben Summe beyder Räume verdichtet werden.

α) Journal für Chemie und Phyſik. B. X. S. 355.
β) Ebendaſelbſt. B. XII. S. 87 ff.
γ) Mémoires de l'Académie d'Arcueil. Tom. II. Paris 1809.

Wir kommen jetzt zu Berzelius, welcher durch ſeine genaueren Unterſuchungen der Stöchiometrie die meiſten Dienſte gethan hat. Er ſelbſt ſagt *), er ſey erſtaunt über das Licht, welches Richter's damals noch nicht benutzte Berechnungen über die Zuſammenſetzung der Salze und über die wechſelſeitige Fällung der Metalle, ſo wie über die ganze analytiſche Chemie verbreite. Aus ſeinen Unterſuchungen gehe hervor, daß man die Zuſammenſetzung aller Salze berechnen könne, wenn man die von einer Säure mit allen Baſen, und die einer Baſe mit allen Säuren beſtimmt habe. Beſchäftigt mit dieſer Beſtimmung wurde ihm die Zerſetzung der Alkalien bekannt und auch die Dalton'ſche Anſicht. Er ſuchte dieſe ſowohl, als auch Bergmanns Geſetz, daß eine beſtimmte Menge Säure in allen Oxyden (wozu nun auch Alkalien und Erden kamen), mit welchen ſie Neutralſalze bilde, gleiche Mengen Sauerſtoff vorausſetze, zu prüfen. Auf dieſem Wege fand er 1. die Anſicht Daltons von den Vielfachen beſtätigt; 2. zeigte er, daß, wenn ſich A und B beyde mit C und D verbinden können, die Mengen von C und D, welche A ſättigen, im geraden Verhältniſſe ſtehen mit den Mengen, welche B ſättigen; 3. fand er das Geſetz eines gemeinſchaftl. Diviſors in Hinſicht der Sauerſtoffantheile in aus Oxyden beſtehenden Verbindungen in ſeiner ganzen Ausdehnung; 4. lehrte er, daß brennbare Stoffe ſich ſo verbinden, daß, wenn ſie bis auf einen gewiſſen Grad oxydirt werden, ſie dem Geſetz unter 3. folgen. Dieſes dritte und vierte Geſetz dehnte er auch über die Mineralien aus, und erſchuf auf dieſe Weiſe ein mehr wiſſenſchaftliches Mineralſyſtem, dem zwar von mehreren Seiten Zweifel entgegengeſetzt wurden, durch welche es aber nicht umgeſtoßen, ſondern nur von ſeinen Mängeln befreyet werden konnte. Seit der Zeit benutzen die Analytiker die Proportionslehre als ein Prüfungsmittel ihrer Unterſuchungen,

---

*) Verſuch über die Theorie der chemiſchen Proportionen. S. 17.

wie Roſe ſchon früher. Auch die verbunden organiſchen Stoffe unterwarf er der chemiſchen Unterſuchung und ſuchte deren Geſetze aufzufinden, von welchen eins mit dem unter 3. gegebenen völlig gleich iſt. Endlich ſuchte er die Verwandtſchaft der Körper durch Ausgleichung der Elektricitäten darzuſtellen, indem er ein elektrochemiſches Syſtem, und hierauf eine neue, der franzöſiſchen ähnliche, Nomenclatur, entwarf. Die Unterſuchungen, welche er über die chemiſchen Proportionen angeſtellt hat, finden ſich in mehreren Abhandlungen [α]).

Prout [β]) wieß das Verhältniß der ſpecifiſchen Gewichte der Körper in ihrem gasförmigen Zuſtande zu ihrem Atomengewichte nach; zugleich war er der erſte, der da meinte, die ſtöchiometriſche Zahl des Waſſerſtoffs ließe ſich ohne Reſt in die ſtöchiometriſchen Zahlen aller übrigen Stoffe dividiren. Thomſon [γ]) ſelbſt giebt nun an, daß ſich alle in Gasform exiſtirende Körper in drey Klaſſen bringen laſſen, nämlich 1. wo das ſpecifiſche Gewicht des Körpers und das relative Gewicht eines Atoms gleich ſind, 2. wo das ſpecifiſche Gewicht halb ſo groß und 3. wo es $\frac{1}{4}$ ſo groß, als das Gewicht eines Atoms iſt.

Um dieſelbe Zeit bearbeitete Meineke dieſelbe Materie, nur daß er das ſpecifiſche Gewicht der Stoffe in ihrem feſten Zuſtande aufſuchte, und dieſes mit den relativen Gewichten verglich. Dieſe ſeine Anſicht hat er niedergelegt in ſeinem Werke: die chemiſche Meßkunſt, oder Anleitung die chemiſchen Verbindungen nach Maas und Gewicht zu beſtimmen. Halle und Leipzig 1815. 8. wozu 1817 Erläuterungen herauskamen. In dieſen Erläuterungen giebt er im letzten Kapitel einen Verſuch, die phyſikaliſchen Eigenſchaften mit den chemiſchen zu vergleichen, der oben bereits angeführt iſt.

α) Afhandlingen i Fys. Kemi och Mineralogi. im 3ten — 6ten Hefte, und in den Konigl. Vetensk. Akadem. Handlingar f. d. Jahr 1815.

β) *Thomson's* Annals of nat. Philosophy 1815. Nov. VI. 321. ff. und 1816. Febr. VII. 111. ff.

γ) Annals. 1816. Mai. p. 343. ff.

Seit Hauy hatte man geglaubt, daß, da Kryſtalle von gleicher qualitativer und quantitativer Miſchung gleiche Kerngeſtalten haben müſſen, ſich auch umgekehrt von gleichen Kerngeſtalten auf gleiche Qualitäten und Quantitäten in der Miſchung ſchließen laſſe; allein Mitſcherlich zeigte, daß Körper von verſchiedener Zuſammenſetzung, wenn ſie nur gleiche Anzahl von Atomen aufnehmen und dieſe gleich vertheilen, gleiche Kerngeſtalten, ja ſogar gleiche ſecundäre Formen hervorbringen können; daß ein und derſelbe Körper aus einerley Stoffen und in einerley Verhältniſſe verbunden, zwey verſchiedene Formen annehmen könne. M. ſ. den Artikel: Kryſtalliſation. B. IX. S. 573. ff. Es iſt hier ein anderer Zuſammenhang der Cohäſion mit der Maſſe gegeben, als durch Meineke, der ebenfalls die größte Aufmerkſamkeit in dieſer Hinſicht verdient.

Endlich kann noch aufmerkſam gemacht werden auf verſchiedene Reihen von neuen Verbindungen, z. B. auf Oxyſulfurate, auf die Knallſäuren, auf Cyanverbindungen, auf Pyrophore u. ſ. w. welche alle zum Theil noch einer Sicherſtellung bedürfen. Alle dieſe Verbindungen ſind von zu wichtigem Einfluß auf die Stöchiometrie und Elektrochemie, als daß man nicht wünſchen ſollte, mit ihnen aufs Reine gekommen zu ſeyn.

Eine weitere Entwickelung und geſchichtliche Ausführung dieſes Artikels gehört mehr zur Chemie, als hieher. Es ſcheint mir hinreichend zu ſeyn, nur die hauptſächlichſten bekannt gewordenen Syſteme angeführt zu haben. Wer ſich in dieſem noch zu bebauendem Felde weiter umſehen will, dem iſt vorzüglich das ſchöne Werk von Biſchoff *) zu empfehlen.

Außer den im Theile VIII. dieſes Wörterbuchs S. 409. angeführten Schriften verdienen beſonders noch angemerkt zu werden:

---

*) Annales de chimie et de physique. Tom. XIV. p. 72. f.

Verbindungsverhältniß- oder chemiſche Aequivalententafeln in Raum- und Gewichtstheilen der einfachen und zuſammengeſetzten Körper des unorganiſchen Reichs u. ſ. w. von Theod. v. Grotthuß. Nürnberg 1821. Fol. Handbuch der theoret. Chemie von Leop. Gmelin. 3te Aufl. Frankfurt a. M. 1826. Anfangsgründe des chemiſchen Theils der Naturwiſſenſchaft von Meißner. Wien 1819 — 1822. bis jetzt IV. Bände.

Strontium (strontium) (N. A.) iſt die metalliſche Grundlage der Strontianerde, welche zuerſt von H. Davy im Jahre 1808 iſt entdeckt worden. Es hat dieſes Metall viel Aehnlichkeit mit dem Barium. Davy erhielt es in zu geringer Menge, um ſeine Natur genauer zu unterſuchen. Es ſchien feuerbeſtändig, ſchwer, ſchmelzbar und nicht flüchtig zu ſeyn. An der Luft wurde es in Strontianerde verwandelt, und Waſſer zerſetzte es mit großer Heftigkeit, wobey Waſſerſtoffgas erzeugt und eine wäſſerige Auflöſung von Strontianerde gebildet wurde.

Nach Berzelius iſt die Strontianerde aus 85,9 Strontium und 14,1 Sauerſtoff; nach Stromeyer aus 84,669 Strontium und 15,331 Sauerſtoff zuſammengeſetzt.

T.

Tantalum, Columbium (Zuſ. z. S. 726. Th. VI.). Herr Berzelius hat diejenigen Foſſilien, welche Tantalum enthalten einer neuen Unterſuchung unterworfen, und ihre Beſtandtheile verſchieden gefunden. In Hinſicht der Reduktion dieſes Metalles hat er in Verbindung mit den Herrn J. G. Gahn und H. P. Eggartz die gelungenſten Verſuche angeſtellt. Es wurde hiezu ein gut durchbrannter Kohlentiegel, deſſen Höhlung ein Loch von der Dicke einer Gänſefeder und von der Länge von 1½ Zoll bildete, angewendet. In dieſe Höhlung preßte man das Tantaloxyd ſo feſt, als es der Tiegel aushalten konnte, hinein, und verſtopfte die Oeffnung mit einem paſſenden Kohlenpfropf. Dieſer Kohlentiegel wurde auf

die gewöhnliche Art in einen heſſiſchen Tiegel geſetzt, und die Subſtanz eine ganze Stunde in dem Gebläſe einer guten Eſſe erhalten. Nach dem Abkühlen der Probe lag in dem Loche des Tiegels ein Metallklumpen. Aus mehreren auf dieſe Art angeſtellten Verſuchen wurde folgendes Reſultat erhalten:

Tantalum 94,8 — 100 — 1823
Sauerſtoff 5,2 — 5,485 — 100

Das auf dieſe Art gewonnene Tantalmetall beſitzt einen gewiſſen Zuſammenhalt, welcher nach den verſchiedenen Wärmegraden bey der Reduktion verſchieden zu ſeyn ſcheint. Seine kleinſten Theile ſind ſehr hart, ſo daß ſie auf dem Glaſe, das man mit ihnen ſtreicht, Spuren zurücklaſſen.

Wollaſton fand das ſpecifiſche Gewicht dieſes Metalls = 5,61. Es hat eine dunkelgraue Farbe, und wenn man es ſchabt, einen eiſenähnlichen Glanz. Es läßt ſich zu Pulver reiben, welches dunkelbräunlich iſt, und nicht den geringſten Metallglanz hat. In dieſem Zuſtande verändern es weder Salpeter-, Salz- noch Salpeterſäure, wenn man es auch mehrere Tage digerirt. Mit andern Metallen läßt ſich das Tantalum vereinigen.

M. ſ. **Klaproth's** Supplemente. Artikel: **Tantalum.**

Teleologie (Zuſ. z. S. 18. Th. V.). Herr **J. A. H. Reimarus** *) hat mit vielem Scharfſinn die zweckmäßige Einrichtung in den drey Reichen der Natur unterſucht. Zuerſt handelt er von dem Zwecke der unorganiſchen Welt, und bemerkt ganz richtig: Wer ſich nur mit oberflächlicher Anſicht dieſer natürlichen Kunſtwerke begnügt, oder, wer ſie mit allgemeinen Ausdrücken von Wirkungsart (Polarität, Potenzen, Faktoren u. ſ. f.) abfertigt, ohne ihren mannigfaltigen Zuſammenhang näher zu betrachten, der beraubt ſeinen Verſtand einer

---

*) Ueber die zweckmäßige Einrichtung in allen Reichen der Natur, Teleologie genannt. Hamburg 1817. 8.

ihm ſo nützlichen Nahrung, und ſeinen Geiſt eines dauerhaften, überall dargebotenen und wichtigen Einfluß habenden Vermögens. Beſonders widerlegt er ſehr ſcharfſinnig die Behauptung mehrerer Naturphiloſophen, welche durch eine Fügung der Nothwendigkeit der Naturgeſetze die Entſtehung der Natur ableiten, oder die den letzten Grund aller Ordnung in der Aeußerung einer allgemeinen Weltvernunft, eines allgemeinen Lebens, oder eines urſprünglich ewig bildenden Weltprincips ſuchen, das ſich zwar im Menſchen mit Bewußtſeyn, als Denkkraft, entfalte, im Weltganzen aber ſich ſeiner ſelbſt nicht bewußt wäre. Ueber letztere Meinung ſagt Reimarus: Wenn ſich nun jetzige, vor aller Zweckmäßigkeit ſich die Augen ſchließende (alſo eigentlich Miſoſophen) dieſes ſagen; ſo täuſchen ſie ſich mit Worten, die eine gleichſam ſchwebende, nirgends hauſende Kraft, andeuten ſollen, aber auf ein Nichtweſen hinauslaufen. Nach der allgemeinen Betrachtung geht er zur ſpeciellen über, und ſucht zu beweiſen, daß nicht allein in der organiſchen Welt, ſondern auch in der unorganiſchen durchaus eine ſtetige Zweckmäßigkeit herrſche. Er ſucht überall ſeine Ideen mit Kant's Meinungen zu vereinigen. Zuletzt folgen die aus dem Thierreiche genommenen Beweiſe für Teleologie. Am Ende ſagt alsdann Reimarus; das Zweckmäßige, Künſtliche, Vollkommene, welches dadurch erhalten wird, rührt alſo offenbar von dem Urheber her, welcher die Naturkräfte der Thiere ſo beſtimmt, und der ganzen übrigen Natur gemäß eingerichtet hat. Der Einſicht des Thieres kann es ſo wenig zugeſchrieben werden, als der Vorſorge des Baumes, daß er gegen den Winter ſeine Knospen mit eigenen, wohl verklebten Deckblättern bewahrt. Zuletzt ſagt er endlich: Alles, wohin wir uns mit äußern Gedanken wenden, zeigt alſo — es iſt nothwendig ein wiſſend wirkendes Urweſen, welches alles überſchauet und von Ewigkeit her die Geſetze des unermeßlichen Weltganzen nicht allein zum Beſtande, ſondern zum Wohlſtande, beſtimmt hat, d. i. nach menſch-

lichem Ausdrucke, ein allweiſer, allmächtiger, lebendiger Gott, der, wie Kant wohl erinnert, nicht als oberſtes Glied der Kette von Weſen, ſondern als Grund von allem Daſeyn anzuſehen iſt.

Tellurium (Zuſ. z. S. 727. Th. VI). Berzelius fand, daß das Tellur folgende höchſt merkwürdige Eigenſchaft beſitzt: indem es ſich nur mit einem Antheile Sauerſtoff verbindet, ſo hat doch das dadurch erzeugte Oxyd nicht allein die Merkmale einer Säure und verbindet ſich mit Grundlagen, kann folglich in dieſer Hinſicht Tellurſäure genannt werden, ſondern es zeigt auch dieſes Oxyd alkaliſche Merkmale, da es mit den Säuren Salze bildet, in welchen es die Stelle einer Grundlage vertritt.

Im Jahre 1808. bemerkte Ritter *) bey ſeinen Verſuchen: Kalium durch Einwirkung der galvaniſchen Elektricität, mittelſt Metallen als negativen Leitern, darzuſtellen, daß ſich das einzige Tellurium hiezu nicht eignete. Dabey bemerkte er aber auch zugleich, daß, wenn er den elektriſchen Kreis in Waſſer, welches mit zwey Oberflächen des Tellurium in Berührung war, ſchloß, die poſitive Fläche des Tellurium Sauerſtoffgas entwickelte, während an der negativen kein Waſſerſtoffgas erſchien, ſondern ein braunes Pulver ſich abſchied, welches er für eine Verbindung des Tellurium mit Waſſerſtoff hielt. Er war daher der Meinung, der Grund, warum er mit Tellurium kein Kalium darſtellen könnte, liege darin, daß das Tellurium dem Waſſerſtoffe näher, als das Kali verwandt ſey. Nach der Zeit haben H. Davy und Berzelius das Daſeyn einer ſolchen Verbindung beſtätigt, und ihre Eigenſchaften unterſucht. Man gewinnt ſie auf folgende Art: Ein Gemenge aus Telluroxyd, Kali und Kohle wird der Rothglühehitze ausgeſetzt, nachher in eine Retorte geſchüttet, mit verdünnter Schwefelſäure über-

*) Gehlen's Journal der Chemie, Phyſik und Mineralogie. B. V. S. 445.

goſſen, und der Hals der Retorte in ein Gefäß mit Queckſilber eingetaucht. Es entbindet ſich eine Menge Gasart, welche in mit Queckſilber angefüllten Gefäßen aufgefangen werden kann. Dies Gas iſt durchſichtig und farbenlos, wie unſere atmoſphäriſche Luft, und beſitzt auch die mechaniſchen Eigenſchaften derſelben. Sein Geruch iſt ſtreng und eigenthümlich, und hat viel Aehnlichkeit mit dem des ſchwefelhaltigen Waſſerſtoffgaſes. Es brennt mit bläulicher Flamme, wobey Telluroxyd abgeſetzt wird. In Waſſer löſet es ſich auf, und ertheilt demſelben eine bleichrothe Farbe. Davy konnte es nicht ausmitteln, ob es blaue Pflanzenfarben röthet. In anderer Hinſicht beſitzt es die Eigenſchaften einer Säure, es verbindet ſich mit Alkalien und fällt die meiſten metalliſchen Auflöſungen, wie der Schwefel-Waſſerſtoff; ſo, daß es daher auch Salze giebt, in welchen der Tellurwaſſerſtoff die Stelle einer Säure vertritt. Berzelius ſuchte auf indirectem Wege zu zeigen, daß die Beſtandtheile des Tellur-Waſſerſtoffs ſind

Tellurium	98,088	—	100,00
Waſſerſtoff	1,911	—	1,948
	99,999		

Bringt man Tellur in Chlor, ſo entzündet es ſich von ſelbſt. Das daraus gebildete Chlor-Tellur iſt weiß und halbdurchſichtig. Wird es erhitzt, ſo entſtehen Dämpfe und kryſtalliſirt.

M. ſ. Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. V. S. 348. ff. B. VII. S. 311. ff. Davy's Elemente, überſ. von F. Wolff. S. 376. ff. Klaproth's Supplemente, Artikel: Tellurium.

Thau (Zuſ. z. S. 32. Th. V.). Die ſchönſten und beſten Beobachtungen, welche bey der Entſtehung des Thaues wahrgenommen werden, ſind von D. Wells *) gemacht worden. Sie geben die hinreichenſten Data, faſt

*) An Essay on Dew and several appearances connected withit; by *Will. Char. Wells.* London 1815.

unter allen Umſtänden die Erſcheinungen, welche der Thau darſtellt, zu erklären. Um deſto mehr finde ich es daher für nöthig, einen gedrängten Auszug mitzutheilen.

Schon Ariſtoteles hatte bemerkt, daß der Thau nur in heitern und ſtillen Nächten entſteht. Wells ſchließt aus ſeinen ſorgfältig angeſtellten Beobachtungen, daß unter entgegengeſetzten Umſtänden nur ſehr wenig Thau abgeſetzt werde, ſo wie dies derſelbe Fall iſt, wenn die Wolken ſehr hoch ſind. Bey heiterer Witterung wird noch vor Sonnenuntergang am Graſe, welches im Schatten ſteht, Thau wahrgenommen, nach Sonnenuntergang entſteht er in ſolcher Menge, daß er Tropfen bildet, und die ganze Nacht hindurch thauet es. Das letztere wurde dadurch überzeugend dargethan, daß Wells ſtündlich Flöckchen von Wolle auslegte, und ſie beſtändig nach einer Stunde naß fand. Wenn ſich aber nach einem heitern, thaureichen Abend der Himmel dick überzieht, ſo findet keine Vermehrung des Thaues mehr Statt, ſondern er vermindert ſich vielmehr. Eben dies erfolgt auch bey ſtarken Winden. Iſt hingegen bey heiterer Witterung der Himmel nur zum Theil bewölkt, ſo wird mehr Thau niedergeſchlagen werden, als wenn er ganz unbedeckt wäre. Die Menge des Thaues hängt zum Theil von dem Verhältniſſe der Feuchtigkeit in der Atmoſphäre ab, und es thauet daher ſtärker nach Regen, als nach lang anhaltender trockener Witterung. Auch iſt er reichlicher, wenn der Unterſchied zwiſchen der Temperatur des Tages und der Nacht beträchtlicher iſt; daher thauet es im Frühlinge und Herbſte mehr, als im Sommer unter gleichen Umſtänden. Eine größere Sonnenwärme befördert unter ſonſt günſtigen Umſtänden, den Thau, weil die warme Luft mehr undurchſichtigen Dampf aufnehmen kann, als eine kältere Luft bey einerley Erhöhung der Temperatur. Daher erklärt ſich der ſtarke Thau in der heißen Zone. In Europa thauet es auch ſtärker bey Süd- und Weſtwinden, als bey Nord- und Oſtwinden. Die Lage der See beſtimmt das Verhältniß der Winde

zum Thau; denn in Egypten bemerkt man ſelten zu einer andern Zeit Thau, als wenn die Nord- oder Paſſatwinde wehen.

Außer dieſen Beobachtungen giebt Wells auch noch dieſe an, daß bey einerley heiterer und ſtiller Witterung von Mitternacht bis Sonnenaufgang mehr thauet, als von Sonnenuntergang bis Mitternacht, wovon die größere Kälte im letzten Theile der Nacht die Urſache zu ſeyn ſcheine.

Aus einer großen Menge von Thatſachen, Verſuchen und Beobachtungen hatte Wells folgenden Satz aufgeſtellt: **Ehe die Körper bethauet werden, müſſen ſie eine größere Kälte, als die umgebende Luft, erhalten.** Wells legte nach einer lang anhaltenden trockenen Witterung beym heitern und ruhigen Himmel 28 Minuten vor Sonnenuntergang beſtimmte Gewichte Wolle und Eiderdunen auf eine glatte, nicht mit Farbe angeſtrichene und vollkommen trockene Tafel aus Tannenholz 5 Fuß lang, 4 Fuß breit und faſt 3 Fuß hoch. Die Tafel war eine Stunde vorher, während die Sonne ſchien, auf eine große ebene, mit Gras bedeckte, Fläche geſtellt worden. Zwölf Minuten nach Sonnenuntergang war die Wolle 14 Grad kälter als die Luft, und hatte doch am Gewicht nicht zugenommen. Die Menge der Eiderdunen war größer als die der Wolle, und ſie wurde um dieſelbe Zeit um 13° kälter, als die umgebende Luft, gefunden, ohne daß man die geringſte Zunahme am Gewichte bemerkt hatte. Nach abermaligen 20 Minuten Zeit waren die Eiderduuen um $14\frac{1}{2}$° kälter, als die benachbarte Luft, und immer hatten ſie noch nicht am Gewicht zugenommen. Erſt nachdem ſie einen größern Grad der Kälte, als die umgebende Luft hatte, angenommen, zeigte ſich der Thau.

Eine aus Wells vielfältig angeſtellten Beobachtungen hervorgehende Erfahrung von Gewicht iſt beſonders dieſe, daß eine deſto geringere Menge Thau auf den Körpern niedergeſchlagen wird, je weniger ſie unter dem

freyen Himmelsgewölbe ſich befinden. Ein Flocken Wolle auf der obern Seite eines Brettes, und ein eben ſo großes an der untern Fläche befeſtigt, waren ſo ungleich bethauet, daß das obere in verſchiedenen Nächten 14, 19, 11, 20 Gran, das untere in derſelben Zeit 4, 6, 2, 4 Gran am Gewichte gewonnen hatte. Ferner verfertigte Wells aus einem Bogen Pappe ein Schutzdach, ſo daß der Winkel des Dachs 90° betrug und beyde Enden offen blieben. Dieſes wurde an einem Abend mit dem Rücken nach oben hin auf einer Grasfläche in der Richtung des Windes geſtellt. Alsdann legte er 10 Gran weiße, mäßig feine, nicht künſtlich getrocknete Wolle mitten unter das Schutzdach aufs Gras, und eine gleiche Menge auf eine andere Stelle der Grasfläche über dem freyen Himmelsgewölbe. Am Morgen fand ſich, daß die bedeckte Wolle nur 2 Gran, die unbedeckte aber 16 Gran am Gewichte zugenommen hatte. In derſelben Nacht machte er den Verſuch noch auf eine andere Art, indem er einen hohlen Cylinder aus Thon von 1 Fuß Durchmeſſer und $2\frac{1}{2}$ Fuß Höhe ſenkrecht auf das Gras ſtellte. Auf das Gras um den äußern Rand des Cylinders herum legte er 10 Gran Wolle, welche in dieſer Lage, da nicht der geringſte Wind wehete, eben ſo viel Thau, als eine gleiche Quantität unter völlig freyem Himmel liegende Wolle hätte erhalten müſſen. Da aber dieſe Wolle doch theilweiſe vom Cylinder geſchützt wurde, ſo hatte ſie nur 2 Gran Feuchtigkeit eingeſogen, während dieſelbe Menge frey liegender Wolle 16 Gran Feuchtigkeit eingeſogen hatte. Hieraus geht alſo unläugbar hervor, daß zur Beförderung des Thau-Niederſchlages die Körper unterm freyen Himmelsgewölbe ſich befinden müſſen.

Damit ein Körper den größtmöglichſten Grad der Kälte und daher einen vollkommenen Thauniederſchlag erhalte, ſcheint in dieſem andern Umſtande zu liegen, daß er in völliger Ruhe ſich befinde. Außerdem muß auch der Körper, welcher der Bethauung ausgeſetzt wird, auf einem ziemlich ausgedehnten feſten Körper liegen.

Wolle, welche in der freyen Luft aufgehangen war, nahm nicht ſo viel Thau an, als die unter gleichen Umſtänden auf einem Brette liegende. Aber auch die Beſchaffenheit des Körpers, worauf die Wolle lag, hatte auf die Menge des Thaues, welche ſie erhielt, Einfluß. Eine Wollflocke auf Gras gelegt, nahm in einer und derſelben Nacht 16 Gran, eine gleiche in einem mit Sand überdeckten Fußwege 9 Gran, und eine dritte auf einem unbewachſenen Beete von Gartenerde 8 Gran Thau auf. Hier zieht nicht etwa die Wolle Feuchtigkeit durch die Haarröhrchen-Thätigkeit vom Graſe an; dem dieſelbe Wirkung erfolgt, wenn ſie auf eine Schaale oder einen Teller iſt gelegt worden. Jene Ungleichheit des Bethauens muß alſo davon abhangen, daß die freye Oberfläche eines ſandigen Bodens oder eines Gartenbeetes wenig bethauet. Lag ein Körper auf irgend einer Fläche, wo er mehr erkältet wird, als auf einer andern, ſo thauete es auch im erſten Falle ſtärker, als im andern. So wurde Wolle einige Füße über dem Boden auf ein Bret gelegt weit kälter, als wenn ſie auf dem Erdboden ſelbſt lag, und wurde mithin weit ſtärker bethauet, als auf dem Gras. An dem, dem Winde ausgeſetzten Ende des Brettes war ſie weniger bethauet, als an dem beſchützten.

Daß die verſchiedenen Arten der Körper mit einer außerordentlich verſchieden Menge von Thau unter einerley Umſtänden belegt werden, iſt längſt beobachtet und im Artikel angegeben worden. So nehmen rauhe und poröſe Oberflächen, z. B. Holzſpäne, mehr Thau auf, als glattes und polirtes Holz; und rohe Seide und feine Baumwolle übertreffen in dieſer Hinſicht ſelbſt die Wolle. Vorzüglich werden glänzende und polirte Metalle ſehr wenig bethauet; und ſie auch bey ſehr ſtarkem Thau endlich belegt werden, ſo geſchieht dies doch nur in einem ſehr ſchwachen Grade. Ja es findet ſelbſt unter den verſchiedenen Metallen eine große Verſchiedenheit in der Belegung des Thaues Statt; Eiſen, Bley, Zink

und Stahl, ſelbſt Platina werden weit eher behauet, als Gold, Silber, Kupfer und Zinn.

Es iſt bereits oben bemerkt worden, daß Wells den Grund der Verſchiedenheit der Körper in Hinſicht der Bethauung ſeinen Verſuchen zu Folge darin ſucht, daß ſie in verſchiedenen Graden in der atmoſphäriſchen Luft kälter werden, als die umgebende atmoſphäriſche Luft. Wells ſieht daher nicht, wie man vor ihm glaubte, die Kälte als die Wirkung des Thaues an, ſondern betrachtet vielmehr die Kälte als wirkliche Urſache deſſelben. Um die Verſchiedenheiten der Kälte derjenigen Körper, welche der freyen Luft zur Bethauung ausgeſetzt waren, ſo viel als möglich genau zu beſtimmen, gebrauchte er Thermometer mit Kugeln von 2 Linien Durchmeſſer, welche mit Silber- oder Goldblättchen überzogen, mithin äußerſt empfindſam waren. Auf dieſe Art fand er, daß z. B. das Gras, welches bethauet war, eine größere Kälte beſaß, als die Luft, welche 1 Zoll hoch darüber ſich befand, und in höhern Luftſchichten war auch die Wärme deſto größer, ſo daß bisweilen der Unterſchied in der Temperatur des Graſes und der Luft in 4 Fuß Höhe über dem Boden auf 12 Grad Fahrenheit und noch größer war. Dieſer Unterſchied findet am ſtärkſten bey ganz heiteren und ſtillen Nächten Statt. Wird die Nacht wolkig, nachdem ſie vorher heiter war, ſo erfolgt, wenn auch in der Atmoſphäre die Ruhe dieſelbe bleibt, beſtändig eine beträchtliche Veränderung in der Temperatur des Graſes. Hatte in einer ſolchen Nacht das Gras eine um 12 Grade kältere Temperatur als die Luft, ſo wurde es ſpäter nur um 2 Grade kälter, während die atmoſphäriſche Luft dieſelbe Temperatur behielt. In einer andern Nacht wurde das Gras binnen $1\frac{1}{2}$ Stunde um 9 Grad wärmer, und in einer dritten Nacht ſtieg die Temperarur des Graſes in weniger als 45 Minuten um 15 Grad, während die der benachbarten Luft nur um $3\frac{1}{2}$ Grad zunahm. In einer vierten Nacht betrug die Temperatur des Graſes um $9\frac{1}{2}$ Uhr 32 Grade; 20 Minuten darauf hatte ſie 39°,

während der Himmel ſich mit Wolken umzogen hatte. Als nach 20 Minuten der Himmel wieder heiter geworden war, betrug die Temperatur des Graſes wieder 32°. Ein im Graſe liegendes Thermometer wird mannichmal um mehrere Grade ſteigen, ſobald eine Wolke den Scheitel eines heitern Himmels einnimmt.

Wenn in einer heitern und ruhigen Nacht verſchiedene Thermometer an verſchiedene Orte geſtellt, und zuletzt in gleicher Zeit unterſucht wurden, ſo fand man beſtändig, daß diejenigen den niedrigſten Stand hatten, in deren Umgegend der meiſte Thau gefallen war. Ein Thermometer, welches die auf einer Tafel liegende Wolle berührte, war 9° niedriger, als dasjenige, welches die auf der untern Seite dieſer Tafel befeſtigte Wolle berührte; das von dem pappenen Dache beſchützte Gras, und das von thönernem oder pappenem Cylinder bedeckte Gras zeigte eine um 10° größere Wärme an, als das dem freyen Himmelsgewölbe ausgeſetzte. Und eben ſo zeigte ſich jederzeit auf den weniger beſchützten Körpern zugleich mehr Thau und zugleich eine größere Kälte. Bey allen bereits angeführten Erſcheinungen in Hinſicht der Bethauung der Körper fand allemal an ſtärker bethauenden Körpern auch eine größere Erkältung derſelben Statt. Die auf einer Tafel liegende Wolle war 4° kälter, als die eben ſo hoch in der Luft hangende; erſtere war auch in ganz ſtillen und heitern Nächten ein wenig kälter, als die nahe an der Erde auf dem Graſe liegende. Noch deutlicher zeigte ſich die Verſchiedenheit der Temperatur zwiſchen Gras, dem Sandfußwege und dem nackten Gartenlande, indem dieſe letztern viel wärmer, als Gras, ja mannichmal wärmer als die Luft waren, z. B. das eine Mal $2\frac{1}{2}$ Stunden nach Sonnenuntergang der Sandfußweg $16\frac{1}{2}$ Grad, die bloße Gartenerde $12\frac{1}{2}$ Grad wärmer als das Gras; obgleich die Stellen, wo die Beobachtungen angeſtellt wurden, nahe bey einander, und dem Himmelsgewölbe gleich frey ausgeſetzt waren. In derſelben Nacht ward es ſpäterhin wolkigt, und nun war

bey Sonnenaufgang der Sandfußweg nur 6°, die bloße Gartenerde 4° wärmer als das Gras, indem die Temperatur des Graſes merklich zugenommen hatte, während ſie bey den erſtern Körpern etwas abnahm. In dieſer Nacht erhielt die Wolle auf der bloßen Erde nur ½ Gran Thau, und die Wolle auf dem Fußwege gar keinen.

Polirte Metallflächen von wenigſtens 25 Quadratzollen, welche auf dem Graſe lagen, waren gewöhnlich einige Grade wärmer als die Luft, und dann ganz unbethauet; das freye Gras beſaß eine viel größere Kälte. Die beträchtliche Wärme jener Metallflächen ſtand mit der des darunter bedeckten Graſes in Verbindung, und dieſes erhielt ſeine Wärme aus der Erde, welche beſonders in thaureichen Nächten beſtändig ½ Zoll oder 1 Zoll unter der Oberfläche viel wärmer gefunden wird, als das Gras oder die Luft über der Erdoberfläche. Bethauete Metallplatten ſind immer kälter, als unbethauete. Wenn auf einer im Graſe liegenden Metallplatte ſich Thau fand, ſo war das Gras unter ihr allemal kälter, als das Gras unter einer unbethaueten Platte. Eine Metallplatte, welche, in der Luft über der Erdfläche befeſtigt, bethauet war, zeigte jederzeit eine größere Kälte, als eine auf dem Graſe unbethaute liegende. Alsdann erkalteten die Metalle am meiſten, wenn andere Körper ſehr viel kälter, als die umgebende Luft waren; aber beträchtlich große polirte Metallflächen wurden nie über 3 bis 4° kälter, als die ſie umgebende Luft, während die Abkühlung anderer Körper gar ſehr viel mehr betrug. Kleine Metallſtücke kühlten ſich mehr ab, wenn ſie mit dem kalten Graſe in Verbindung waren.

Aus allen dieſen Beobachtungen erhellet es ganz deutlich, daß diejenigen Körper am ſtärkſten bethauet werden, welche in einer und derſelben Zeit am ſtärkſten abgekühlt werden. Da nun aber die verſchiedenartigen Körper zu einerley Zeit eine verſchiedene Abkühlung erfahren, ſo ſieht man leicht, daß ſie auch verſchiedentlich bethauet werden. Nach den Erfahrungen des Herrn Wells ſind die faſe-

rigen, federigen Körper, als Wolle, Seide, Flaumfedern, Baumwolle, diejenigen, welche am meiſten abgekühlt, mithin auch am meiſten mit Thau belegt werden. Wolle iſt weniger als Seide, Baumwolle und Flachs, ja ſelbſt weniger als weißes Papier und friſches Stroh dem Bethauen ausgeſetzt; Flaumfedern erkalten und bethauen am meiſten. Dieſen Körpern folgen fein gepulverte Kohlen, fein geſtoßenes Glas, Kalk u. dergl. Noch weniger Thau nehmen Glasplatten, Ziegel, Eichenholz u. ſ. f. auf. Metalle bethauen am ſpäteſten. Auch die Oberfläche des Schnees iſt bey heitern Nächten kälter als die Luft; legt man aber Flaumfedern auf den Schnee, ſo ſind dieſe immer noch kälter, oft 4 bis 5°, als die Oberfläche des Schnees.

In heitern Nächten fällt beſtändig die Temperatur, es mag Thau (welches von der Feuchtigkeit in der atmoſphäriſchen Luft abhängt) fallen oder nicht. Wäre nun die Kälte wirklich die Wirkung des Thaues, ſo müßte die mit dem Thau verbundene Kälte beſtändig im Verhältniſſe mit der Menge dieſer Flüſſigkeit ſtehen, welches aber der Erfahrung gänzlich widerſpricht. Nimmt man dagegen an, daß der Thau eine Flüſſigkeit iſt, aus der Atmoſphäre durch die Kälte des Körpers gefällt, auf welchem ſie erſcheint, ſo kann derſelbe Grad der Kälte in dem fällenden Körper mit viel, mit wenig, oder mit gar keinem Thau, je nach dem beſtehenden Zuſtande der Luft hinſichtlich der Feuchtigkeit, begleitet ſeyn; — und alle dieſe Umſtände finden auch in der That Statt. Die wirkliche Fällung des Thaues iſt jederzeit mit Wärmeentwickelung verbunden.

Schon einige wenige Grade Temperaturverſchiedenheit zwiſchen dem Gras und der Atmoſphäre ſind zur Thaubildung hinreichend, wenn der gehörige Zuſtand der Luft vorhanden iſt. Die Behauptung, daß der Thauniederſchlag jederzeit mit Wärmeentwickelung verbunden iſt, gründet ſich auf unläugbare Beobachtungen. So war einmal das Gras $7\frac{1}{2}$° kälter als die Luft, vor dem be-

deutenden Thauniederſchlage, und, nachdem der Thau ſich reichlich gezeigt hatte, nur 4° kälter. Aus der Wärmeentwickelung, welche bey reichlich fallendem Thaue ſich ereignet, kommt es auch, daß man gegen Morgen einen geringern Unterſchied der Temperatur zwiſchen Gras und Luft wahrnimmt, als Abends, weil nämlich des Morgens der Thau reichlicher fällt.

Es bleibt hier aber noch die Frage zu beantworten, durch welche Mittel wird die angezeigte Abkühlung der Körper, wenn ſie bethauet werden ſollen, bewirkt? Herr Wells hat die Frage auf eine ſehr genügende Art aus den Forſchungen der Herrn Leslie und des Grafen v. Rumford, aus welchen hervorgeht, daß verſchiedene Körper die Wärme mit ſehr verſchiedenen Graden der Stärke ausſtrahlen, beantwortet. M. ſ. weiter unten den Artikel: Wärme. Er bemerkt, daß blos in der Wirkung der Wärme, verbunden mit der hohlſpiegelartigen Wirkung der Wolken oder anderer Bedeckungen, dieſe ausſtrömenden Wärmeſtrahlen zu reflectiren oder niederzuſchlagen, welche bey freyem und heiterm Himmel würden zerſtreuet werden, die Auflöſung der bis jetzt unerklärten Erſcheinungen des Thaues aufzuſuchen ſey. Wenn ein Körper unterm freyen Himmelsgewölbe ſich befindet, ſo werden die von ihm ausgehenden Wärmeſtrahlen zerſtreuet, und es muß folglich derſelbe erkalten, weil ihm von keiner andern Seite wieder Wärme zugeführt wird. Iſt aber dieſer Körper mit andern gleich warmen Körpern umgeben, ohne daß mit denſelben eine Berührung Statt findet, ſo kommt die von ihm ausſtrahlende Wärme auf ihn zurück, und erſetzt wenigſtens zum Theil das, was er an Wärme verlor. Auch während des Tages verlieren die Körper auf der Erde Wärme durch Ausſtrahlung gegen den unbegrenzten Raum über uns; allein die Sonne bringt, ſo lange ſie über dem Horizonte ſich befindet, hinreichende Wärme zurück, um dieſe ſelbſt bey beſchatteten Körpern zu erſetzen. Zur Nachtzeit hingegen wird dieſer Verluſt an ausſtrahlender Wärme, welche

nach Verſchiedenheit der Körper auch verſchieden iſt, nicht wieder erſetzt, und er würde ohne Zweifel bey ganz heiterm und ſtillem Himmel noch weit größer ſeyn, als er von uns beobachtet wird, wenn nicht zur Seite liegende Körper ſich die ausſtrahlende Wärme einander mittheilten, und ſelbſt beym Niederſchlagen des Thaues nun Wärmeentwickelung ſtatt fände. In einer ſehr heitern, ſtillen und kalten Luft könnte die Kälte, welche eine beträchtliche Menge Wolle auf Schnee liegend unter einem völlig freyen Himmelsgewölbe zu erreichen im Stande wäre, wohl 30° Fahr. mehr betragen, als die Kälte der Luft in der Höhe von einigen Fußen, und wohl 40° mehr als die Luft in der Höhe von 200 bis 300 Fuß über der Erdfläche.

Aus dieſem Verluſt an Wärme durch Ausſtrahlung, vermöge welcher die feſten Körper kälter werden, als die umgebende Luft, läßt ſich alles erklären, was über die ungleiche Abkühlung der verſchiedenen Körper und des daher entſtehenden Thaues bisher iſt angeführt worden.

1. Befindet ſich ein feſter Körper an einer Stelle, wo er durch irgend einen andern Körper gehindert wird, eine ganz freye Richtung nach dem Himmelsgewölbe zu beſitzen, ſo werden die von dem erſtern Körper ausgehenden Wärmeſtrahlen, von dem andern aufgefangen und von da wieder zurück nach dem erſtern reflektirt, mithin erkältet er weniger, als wenn er ganz frey unter dem Himmelsgewölbe ſich befände. Hieraus erklärt ſich alſo die geringere Abkühlung eines Körpers unter dem pappenen Schirme und dem thönernen oder pappenen Cylinder. Durch directe Verſuche läßt es ſich nicht ausmitteln, in wie fern die Wolken das Eintreten einer nächtlichen Kälte, welche auf der Oberfläche der Erde größer iſt, als in der Atmoſphäre, verhindern oder ſchwächen. Aus den Angeführten läßt ſich aber ſchließen, daß ſie dieſe Wirkung faſt einzig und allein durch ausſtrahlende Wärme hervorbringen, für welche ſie wiederum die Wärme auffangen, welche die Erde ausſtrahlt. Die Wärme,

welche entwickelt wird, wenn durchſichtige Dünſte ſich zu Wolken vereinigen, muß bald ſich wieder verflüchtigen; iſt daher der Himmel die ganze Nacht hindurch mit Wolken bedeckt, ſo wird auf der Erde keine größere Kälte eintreten können, als in der Luft. Hiemit läßt ſich auch auf eine genügende Weiſe die plötzliche Wärme erklären, welche man oft im Winter empfindet, wenn bey heller kalter Witterung ein Wolkenzug am Himmel ſich einſtellt. Gewöhnlich ſchreiben die Naturforſcher dieſe plötzliche und mächtige Veränderung dem Freywerden der latenten Wärme der verdichteten Dünſte zu; allein Wells thermometriſche Beobachtungen über die ſchnellen Wechſel der Temperatur eines ſich umwölbenden oder heiter werdenden Himmels, machen dieſe Meinung unhaltbar. Man findet die Atmoſphäre, ſelbſt in mäßigen Höhen, von ganz gleichförmiger Temperatur, während Körper auf der Oberfläche der Erde große Veränderung in ihrer Temperatur erfahren. Dieſer Umſtand allein wirft die Hypotheſe, welche aus der Lehre der latenten Wärme genommen iſt, gänzlich um. Herr D. Wells überzeugte ſich auch nach dieſer Erklärung, daß nämlich die Körper durchs Ausſtrahlen der Wärme kälter werden, über die zweckwidrige Anwendung derjenigen Mittel, welche die Gärtner zur Beſchützung zarter Pflanzen vor der Kälte häufig zu gebrauchen pflegen, indem ſie eine dünne Matte, oder dergleichen ähnliche Subſtanzen darüber decken. Es ſchien ihm hiernach unmöglich, daß die Pflanzen nicht die Temperatur der Atmoſphäre annehmen ſollten, wodurch ſie allein nach ſeiner Meinung beſchädigt würden. Seine Beobachtungen ergaben, daß eine ſolche Beſchützung nur alsdann von Nutzen ſeyn könne, wenn die Bedeckung die darunter befindlichen Körper nicht berühre. Er befeſtigte auf einem Grasplatze vier kleine Stöcke, welche 6 Zoll über das Gras hervorſtanden, und ſo geordnet waren, daß ſie ein Quadrat von 2 Fuß Seitenlänge bildeten. An dieſe vier Stäbe befeſtigte er ganz ſtraff ein Taſchentuch von dem

feinſten Kammertuche. Bey dieſer Vorrichtung konnte die Luft von dem freyliegenden Graſe ſich auf das beſchützte Gras verbreiten, und es war kein anderer Gegenſtand vorhanden, außer dem dünnen Tuche, welcher auf das bedeckte Gras ſeine Wärme hätte ausſtrahlen können. Das beſchützte Gras zeigte ziemlich dieſelbe Temperatur wie die Luft, während das unbeſchützte 5° oder noch mehr kälter war. In einer Nacht war das völlig frey liegende Gras 11° kälter als die Luft, und das beſchützte Gras war nur 3° kälter. Auf dieſe Art wirken auch zum Theil die Gartenmauern. Selbſt der Schnee ſchützt die Pflanzen vor dieſer verkältenden Ausdünſtung.

2. Diejenigen Körper werden am meiſten abgekühlt, bey welchen unter ſonſt gleichen Umſtänden und unter demſelben Vermögen, durch Ausſtrahlung Wärme zu verlieren, die Zuleitung mitgetheilter Wärme am geringſten iſt. So wird eine kleine Menge Sand auf Gras gelegt ſtärker bethauet, als ein mit dicken Sand bedeckten Weg, weil der letztere mehr Wärme aus den tiefern Erdſchichten zugeleitet erhält. Die faſerigen und wolligen Körper werden auch vorzüglich dieſerwegen mit ſo ſehr abgekühlt, weil ſie durch Mittheilung wenig oder gar keine Wärme zum Erſatze der von ihnen ausgeſtrahlten erhalten.

3. Wenn der Wind ſtark wehet, ſo werden die Körper nicht kälter als die umgebende Luft, weil die beſtändig neu herbeygeführten Lufttheilchen den Körper neue Wärme der Luft mittheilen.

4. Ein kleiner Körper, z. B. die Thermometerkugel, frey in der Luft aufgehängt, wird nicht ſo ſehr abgekühlt, weil er von der umgebenden Luft mehr Wärme erhält, beſonders da die an ihm anliegenden kalten Lufttheilchen, eben wegen der Kälte verdichtet herabſinken, und dadurch dem Zufluſſe von wärmerer Luft Platz machen. Dies letztere findet auf der Oberfläche eines ausgedehnten horizontal hingelegten Körpers nicht Statt. Auch erhellet hieraus, warum die Abkühlung und der Thau

an der von dem Winde abgekehrten Seite ſtärker wahrgenommen werden, indem daſelbſt der Wind blos eine ſchon abgekühlte Luft vorbeyführe. Aus demſelben Grunde laſſen ſich auch die nachtheiligen Wirkungen der Kälte in Thälern und eingeſchloſſenen Orten erklären, welche auf Anhöhen und freyen Plätzen nicht ſo häufig Statt finden. Es bleibt nämlich die kalte Luft an niedrigen Gegenden ruhend, und mithin iſt die Mittheilung der Wärme aus der Luft, und der mit einiger Wärmeentwickelung begleitete Niederſchlag hier geringer, weil die Luft ſich nicht erneuert. Außerdem iſt die Luft in heitern und ſtillen Nächten in den höhern Luftſchichten weniger abgekühlt, welches ohne Zweifel von der ſtarken Abkühlung der feſten Körper, mit welchen die untern Schichten in näherer Verbindung ſtehen, abhängt; mithin befinden ſich die Gipfel der Hügel in wärmern Luftſchichten, und die an ihrer Oberfläche abgekühlte und mithin erdichtete Luft wird beſtändig niederwärts ſich ſenken, und von oben durch wärmere erſetzt werden. Eben ſo bleiben oft des Nachts die Blätter der Bäume trocken, während die Grashalme mit Thau bedeckt ſind; denn in der Höhe der Baumgipfel iſt die Luft wärmer, und die an den Blättern in jedem Augenblicke abgekühlte Luft ſenkt ſich, und es tritt von oben herab an deſſen Stelle wieder wärmere Luft.

5. Was die glänzenden Metalle betrifft, ſo erkalten dieſe an ihrer Oberfläche weniger, weil ſie am geringſten die Eigenſchaft beſitzen, durch Ausſtrahlung Wärme zu verlieren. Hiezu kommt noch, daß bey ihnen nicht, wie bey ſchlecht leitenden Körpern, die Oberfläche kälter werden kann, als das Innere des Körpers; wenn ſie daher auch nach und nach Wärme durch Ausſtrahlung verlieren, ſo erſetzt ſich dieſe wieder durch Zuleitung von Innen. Hierin liegt auch der Grund, warum Metallplatten horizontal in einiger Höhe aufgehängt, unten eben ſowohl wie oben bethauet werden, weil nämlich die an der obern Fläche entſtandene Abkühlung ſich ſogleich durch den gan-

zen Körper fortpflanzt, welches bey ſchlechtern Wärmeleitern der Fall nicht iſt. Wenn Wolle auf Metall gelegt wird, ſo wird ihr von der größern Wärme des Metalles ein Theil zugeführt, und bethauet daher ſo leicht nicht.

Das Glas ſtrahlt ſehr ſchnell die Wärme aus, und wird daher eben ſo ſchnell bethauet. Ueberzieht man ein Stück Glas zum Theil mit polirtem Stanniol oder Silberfolie, ſo wird der unbedeckte Theil des Glaſes in Folge der Ausſtrahlung ſchnell kalt, wenn man ihm einem klaren Himmel des Nachts ausſetzt, und es wird folglich Thau auf ihn niederſchlagen. Dies findet zuerſt an den vom Metall entfernteſten Theilen ſtatt und nähert ſich demſelben nur allmählig. Ueberzieht man z. B. auf der Außenſeite einen Theil einer Fenſtertafel in einer heitern Nacht mit Stanniol, ſo wird auf der Innenſeite an allen Stellen, nur nicht dem Metalle gegenüber, Feuchtigkeit abgeſetzt werden. Wird aber das Metall auf der Innenſeite angebracht, ſo wird das Glas unter und über dem Metall früher und reichlicher bethauet werden. Im erſtern Falle hindert das Stanniol das unter ihm liegende Glas, ſeine Wärme auszuſtrahlen, und dieſerwegen kann es nicht bethauet werden. Im zweyten Falle hindert das Stanniol das von demſelben Glas, die Wärme des Zimmers aufzunehmen, und es wird daher in Folge der äußern Ausſtrahlung früher erkältet als der übrige Theil der Fenſterſcheibe. Gold, Silber, Kupfer und Zinn ſind ſchlechte Wärmeausſtrahler und vortreffliche Wärmeleiter, werden daher nicht ſo leicht bethauet wie Platin, welches ein unvollkommener Wärmeleiter iſt, oder als Bley, Zink und Stahl, welche die Wärme beſſer ausſtrahlen. Dieſerwegen wird der auf einer Metallfläche abgeſetzte Thau oft verſchwinden, während andere Subſtanzen in der Nähe naß bleiben, und ein abſichtlich naß gemachtes Metall wird trocken werden, während benachbarte Körper Feuchtigkeit erhalten.

Aus den angeführten Beobachtungen und Betrachtungen ſind daher alle einzelnen Umſtände, welche beym

Bethauen vorkommen, vollſtändig und genügend erklärt.

Herr Muncke *) hat gegen Wells Theorie verſchiedene Einwendungen gemacht, welche beachtet zu werden verdienen. Nehme man, bemerkt er, an, daß die bey Tage durch den Einfluß des Sonnenlichtes in der Atmoſphäre erzeugte Wärme bey Nacht durch Strahlung in die Höhe gehoben werde, ſo müßten die Thermometer in den höhern Regionen zu dieſer Zeit der Wahrſcheinlichkeit nachſteigen, indem ihnen aus den untern, ſehr erhitzten Theilen der Atmoſphäre eine größere Menge Wärme zugeführt, als durch die obere entzogen würde, welches aber der Erfahrung widerſtreite. Am räthſelhafteſten bleibe hiebey aber die Erſcheinung, daß die wäſſerige Feuchtigkeit der Atmoſphäre nicht ſo, wie in allen ähnlichen Fällen, mit der Wärme zugleich in die Höhe ſteige, ſondern als Thau tropfbar flüſſig auf die Erdoberfläche niederfalle. Man denke ſich, um dies Phänomen durch ein ähnliches zu prüfen, eine Kugel in der Mitte eines großen, mit feuchter Luft angefüllten, ſtark erhitzten Zimmers aufgehangen, ſo daß ſie völlig die Temperatur deſſelben angenommen habe, und trocken ſey, wie dies jederzeit der Fall ſeyn werde. Angenommen, daß die Temperatur außerhalb des Zimmers tief herabgehe, ſo werde die Wärme aus der Luft des Zimmers und aus der Kugel nach außen ſtrömen und alſo die nämliche Strahlung oder zum mindeſten ein ähnliches Verhalten eintreten, als bey der Entſtehung des Thaues angenommen werde. Nach Wells Hypotheſe müßte nun die erkaltende Kugel feucht werden, welches aber aller Erfahrung widerſtreite, indem ſie vielmehr trocken werden würde, wenn ſie vorher feucht geweſen. Dagegen wollten wir uns den Verſuch anders modificirt gedenken, und annehmen, daß bey übrigens gleich bleibenden Bedingungen die Kugel hohl ſey, und mit einem Stücke

*) Schweigger's Journ. für Chemie u. Phyſik. B. XXX. S. 200. ff.

Eis oder mit kaltem Waſſer angefüllt werde. Sofort werde die Temperatur derſelben abnehmen, und ſie mit einer Menge Thau gerade ſo überzogen werden, als die Erde in heitern Sommernächten.

Nach Herrn Muncke erkaltet die Luft des Nachts nicht durch Strahlung gen Himmel, ſondern die Erde, und ziehet hiernach die bey Tage aufgeſtiegenen Waſſerdämpfe an, welche ſich als Thau auf derſelben anlegen. Die Temperatur der Erde unter ihrer Oberfläche ſey überhaupt geringer, als diejenige der Oberfläche beym Auffallen der Sonnenſtrahlen, und ſobald daher das durch die letztern gegebene Aufregungsmittel der Wärme fehle, müſſe ſich nach den Geſetzen der Wärmeleitung die Wärme nach dem Innern hinziehen, dadurch die Oberfläche kälter werden, und aus den angrenzenden Luftſchichten die Feuchtigkeit gerade ſo annehmen, als die Fenſterſcheiben eines wärmern Zimmers bey der Abkühlung der äußern Luft. Dieſe Erklärung, meint Herr Muncke, ſey ſo natürlich und in den Geſetzen der Natur ſo nothwendig gegründet, daß man ſich wundern müßte, wie Hr. Wells zur Aufſtellung ſeiner Theorie einer Strahlung gen Himmel gekommen ſey, und dieſe ſo viele Anhänger gefunden habe, wenn es nicht ſehr allgemein im Geiſte der Zeit und in der Natur der Menſchen läge, das Einfache und das Natürliche zu verlaſſen, und Statt deſſen das Zuſammengeſetzte und Künſtliche um ſo mehr zu ſuchen und mit Vorliebe zu wählen, je mehr es neben dem Verſtande auch die Phantaſie beſchäftige, und im Ganzen auf gewiſſe ganz dunkele zum mindeſten unklare Worte zurückkomme. Das Wort: Strahlung, könne weit weniger mit dem Verſtande begriffen, als von der Einbildungskraft, aufgefaßt werden, und das Wort: Himmel, wohin die Wärme ſtrahlen ſolle, führe in ein weites und unbekanntes Geſilde, worüber ſich in dieſem Falle weit mehr träumen, als mit geometriſcher Schärfe beſtimmen laſſe. Noch deutlicher werde dies durch eine nähere und ſchärfere Analyſe der Begriffe. Man ſage: die Erde

ſtrahle nach Sonnenuntergang die Wärme aus; werde dadurch kälter und erhalte dadurch den Niederſchlag aus der Atmoſphäre, den wir Thau nennten. Hiemit könne man ſich aber unmöglich begnügen, ſondern man müſſe weiter fragen: warum die Erde ſtrahle. Wolle man nun antworten, weil die Sonne nicht mehr darauf ſcheine; ſo würde dies zu dem unnatürlichen Schluſſe führen, daß jeder Körper, auf welchen die Sonnenſtrahlen nicht fielen, Wärme ausſtrahle, unter dem Einfluſſe derſelben aber nicht ſtrahle, ein wahrhaft widernatürlicher Satz, und welcher noch obendrein die fragliche eigentliche Urſache nicht einmal andeute, geſchweige denn deutlich beſtimme.

Nach Herrn Munke iſt die Wärme eine ſowohl der Erde, als auch den verſchiedenen andern Himmelskörpern in verſchiedenen Graden der Wirkſamkeit eigenthümlich zugehörige und dieſelben nie verlaſſende, mannigfaltigen Bedingungen unterworfene Potenz, welche durch mannigfaltige Urſachen hervorgerufen und in Thätigkeit verſetzt wird. Insbeſondere iſt es das Licht, und vorzüglich das der Erde zuſtrahlende Sonnenlicht, welches auf der Erdoberfläche die Wärme hervorruft. Dieſe, zum Theil frey, oder an die Luft, größtentheils aber an Waſſerdampf gebunden, ſteigt fortwährend in die Höhe, ſo lange die erregende Wirkung dauert, kehrt aber den Geſetzen der Wärmeleitung gemäß eben ſo allmählig wieder zurück, ſobald die letztere aufhört, ſo daß hiedurch ein ſteter Wechſel zwiſchen der Erde und dem Luftkreiſe Statt findet. Dieſer Wechſel des Strömens der Wärme von der Erde aufwärts oder zur Erde abwärts tritt im Momente des Sonnenaufganges und Unterganges ein.

Dieſe dargelegte einfache Erklärung, bemerkt Herr Munke, ſtimme mit allen bekannten Erfahrungen und namentlich auch mit den Reſultaten der Verſuche des Herrn Pictet überein, wonach ein Thermometer in einer Höhe von 75 Fuß bey Tage allezeit niedriger ſtand, als ein anderes in 5 Fuß Höhe, bey Nacht aber höher; insbeſondere aber ließen ſich die Erſcheinungen des Thaues

auf dieſelbe ſehr genügend zurückführen. Zugleich ſucht er hieraus einige noch räthſelhafte Naturerſcheinungen zu erklären. Dahin gehört zuerſt die gemeine Beobachtung, daß im Frühlinge durch die Nachtfröſte meiſtens nur die niedrigſt ſtehenden Pflanzen zerſtört werden, die höher befindlichen aber unverſehrt bleiben. Eine andere noch viel wichtigere Erſcheinung beſteht in folgenden. Bekanntlich ſteigt die durch die Sonnenwärme auf der Oberfläche der Erde erhitzte Luft in die Höhe, und die kältern Luftſchichten ſinken herab. Da nun aber gleichwohl in den höhern Regionen die Wärme nicht angetroffen wird, ſo entſteht billig die Frage, wo dieſelbe bleibt? Herr Munke führt hier den Verſuch des Herrn Gay-Luſſac an, nach welchem hervorgeht, daß im leeren Raume keine Wärme ſich befinde, und da das bey dieſem Phyſiker dargeſtellte Vacuum keinesweges ſo vollkommen geweſen wäre, als wir es in jenen hohen Regionen annehmen müßten, ſo könnten wir ohne gänzliche Aufhebung der bevorſtehenden Begriffe ein ſolches Entweichen der Wärme als ſolcher in den leeren Raum des Himmels unmöglich zuläſſig finden, abgerechnet, daß die Wärme der Lichtſtrahlen an ſich noch keinesweges erwieſen, vielmehr aus triftigen Gründen zu bezweifeln ſeyn. Nach Herrn Munke wird hauptſächlich die Wärme der Erde durch den Impuls der Sonnenſtrahlen aufgeregt, zugleich aber geſchieht dies auch in der Atmoſphäre, und am ſtärkſten in der dichteren Luft über der Erdoberfläche, welche noch obendrein die erzeugte Wärme leichter und ſchneller als die dünnere Luft hindurchläßt und aufnimmt, woraus ſich nicht allein die größere Kälte der höhern Regionen, ſondern auch die für gleiche Höhen ungleiche Wärmeabnahme im Sommer und im Winter erklären läßt.

Der Herr Hofräth Kaſtner *) hat Herrn Munke's Einwürfe gegen die ſtrahlende Wärme zu heben geſucht, vorher aber die von Wells aufgeſtellte Vermuthung,

*) Handbuch der Meteorologie. B. I. Erlangen 1823. 8. S. 398. ff.

als ob vorhandene Luftbewegung das Ausſtrahlen der Wärme verhindere, getadelt, und als unrichtig befunden. Seinen eigenen Verſuchen mit Hohlſpiegeln zu Folge verhielt ſich die ſtrahlende Wärme durchgängig analog dem Schalle, und die Strahlung erfolgte durch die Luft eben ſo wirkſam, wenn letztere bewegt, als wenn ſie ruhig war. Desgleichen durchſtrahlte die Wärme die Dunſtbläschen faſt nur in ſofern mit Minderung ihrer eigenen Intenſität, als ſie durch dieſelben reflektirt und zerſtreuet wird; die Maſſe der Bläschen wird dadurch ſcheinbar vergrößert, indem die Dunſtbläschen ſich ausdehnen, und, dadurch ſpecifiſch leichter geworden, aufſchnellen. Ueberhaupt brachte die ſtrahlende Wärme, weder in dergleichen Dunſtbläschen, noch im tropfbaren Waſſer eine ſehr merkliche Verdunſtungsbeſchleunigung hervor; auch ſelbſt dann nicht, wenn ihre Intenſität beträchtlich und ſie ſehr lichtarm war. Wenn die Bewegung der Luft eine Aenderung in der Thau- nnd Reif-Bildung zu Wege bringt, ſo geſchieht dies nach Kaſtner, indem eine waſſergasarme Luft mit einer waſſergasreichen zuſammentrifft, wo dann in den Raum der erſtern ein Theil des Waſſergaſes der letztern übergeht, und dieſe daher neue Fähigkeit Waſſergas aufzunehmen erhält. Dagegen hindert das Licht, indem es am Tage der Erde zuſtrahlt das Wärmeſtrahlen der Erde zu dieſer Zeit.

Kaſtner folgert hieraus, daß Munke's Einwürfe gegen die Wärmeentſtrahlung der Erde nicht die ſtrahlende Wärme, ſondern die in Leitung und Bindung befangene Mittheilungswärme der raumerfüllenden Subſtanzen treffe. Letztere, aber nicht die ſtrahlende Wärme, würde aus dem warmen Orte dem kalten folgen. Kaſtner ſetzt daher Munke's Anſichten folgendes entgegen:

1. Die freye ſtrahlende Wärme ſteige weder vorzugsweiſe nach oben, noch verbreite ſie ſich vorzugsweiſe nach unten, ſondern halte es in dieſer Hinſicht, wie das Licht und der Schall, indem ſie ſich in klaren, flüſſigen

Medien, ſo wie in der Leere vom Punkte nach allen Richtungen verbreite;

2. Die gebundene Wärme ſteige nur inſofern in die Höhe, als die durch ihre Verbindung ausgedehnten und leichter gewordenen Flüſſigkeitstheile, von den übrigen kältern und dichtern obern und zu den Seiten gelagerten Flüſſigkeitstheilchen geſchoben würden.

3. Mit einer gewonnenen Höhe, in welcher die Druckkraft der aufgeſtiegenen Theilchen jener der dort ſchon vorhandenen verdünnten Theilchen gleich ſey, höre das Steigen auf.

4. Sey das Aufſteigende: Waſſergas, ſo werde es, in den obern kältern Regionen angelangt, in Dunſtbläschen verwandelt, die von nachkommenden aufwärts gehenden Strömungen oftmals in ſo kalte Regionen hinaufgeſchoben werden könnten, daß ſie ſich ſelbſt in ſehr hohen Regionen theils zu Wolken verbänden, theils zu Tropfen vereinten.

5. Es erkalte aber jedes aufwärts geſchobene Flüſſige, um ſo eher, je weniger es von ſeiner fortdauernd entſtrahlenden Wärme, durch Reflexion der Umgebungen wieder zurück erhalte. Darum erreichten die Wolken überhaupt nur gewiſſe Höhen, und würden auch zu dieſen nicht gelangen, wenn ſie einander wechſelſeitig ihren Entſtrahlungsverluſt nicht wieder durch Rückſtrahlung wenigſtens zum Theil deckten.

6. Durchſichtige Flüſſigkeiten ſchienen die Wärme nur in ſofern zu leiten, als ſie dieſelbe theils durch Vereinigung entführten, theils deren Durchſtrahlung geſtatteten.

7. Machte das einfallende Licht die Wärme aufſteigen, ſo müßte während der Tageszeit die untere, der Erdoberfläche nächſte Luftſchicht nach und nach immer kälter, die obere dagegen mehr und mehr heiß werden, und zur Nachtzeit das Gegentheil eintreten; aber dieſem widerſpreche die alltägliche Erfahrung. Auch könnte wohl ein auf und niederſteigender Luftſtrom, aber unmöglich

ein dergleichen Wärmeſtrom in den empfindlichen Nerven des Menſchen, jenes eigenthümliche Gefühl der Kälte hervorbringen, welches vorzüglich nur im Freyen wahrgenommen werde.

Was Pictet's angeführten Verſuch betreffe, ſo widerſpreche derſelbe in der That der Anſicht, daß die Wärme am Tage aufwärts getrieben werde; denn hiernach hätte das Thermometer zu Tageszeit bey 75 Fuß wenn nicht höher doch wenigſtens ſo hoch als bey 5 Fuß ſtehen müſſen; denn wolle Munke ſolche Wirkung dem aufſteigenden Wärmeſtoffe nicht zugeſtehen, ſo dürfe er ſie auch nicht vom niedergehenden (zur Nachtzeit) erwarten. Dieſelbe Wärme müſſe dieſelbe Wirkung üben, gleichgültig, ob ihr Zug, in gewiſſen Höhen auf- oder niederwärts gerichtet ſey. Gerade dieſer Pictet'ſche Verſuch ſpreche für die von ihm mitgetheilte, abgeänderte Well'ſche Entſtrahlungsanſicht. Denn, indem das zur Erde ſtrahlende Licht die ihr entſtrahlende Wärme fortdauernd zurückführe, und dadurch je tiefer um ſo mehr wärmebeladen werde, müſſe es auch um ſo mehr erwärmen, je näher es der Erde komme; fehle aber nächtlicher Weile das einfallende Licht, ſo werde ein großer Theil der Wärme entſtrahlen, ohne ihr wieder zugeführt zu werden, und ſie würde ſich ſelbſt beträchtlich durch dieſe Entſtrahlung abkühlen, wenn die Dunſtbläschen des ſie umſchlingenden Wolkennetzes und der einzelnen Wolken nicht einem beträchtlichen Theile der entſtrahlten Wärme, am Tage wie bey Nacht, zurückſchickten. Daß aber die Wärme der Erde nicht verloren gehe, ſondern zur Nachtzeit wenigſtens den höhern Regionen verbleibe, bedinge die große Wärmungsfähigkeit der höchſt dünnen Luft dieſer Regionen. Aber was dieſe Luft Nachts hindurch an Wärme gewinne, büße ſie am Tage durch die Anziehung des ſie durchſtrahlenden, zur Erde gerichteten Lichtes, wieder ein.

Wenn ferner im Frühlinge durch die Nachtfröſte mehrentheils nur die niedrigſtehenden Pflanzen zerſtört

würden, ſo ſcheine der Hauptgrund dieſer Erſcheinung in der größern Bodenfeuchte der niedern Gewächſe gegeben zu ſeyn. Die höher ſtehenden ſeyn durch Luftwehen u. dgl. bald ſo weit im Trocknen, daß die fernere Waſſerverdünſtung ſie nicht weiter beträchtlich zu kälten vermöge, die niederer ſtehenden gehörten dagegen einem Boden an, dem es an Verdunſtungswaſſer, während der ganzen Dauer der Nacht, nicht gebreche, und der daher auch größere Verdunſtungskälte erzeugen müſſe, als der höher gelegene.

Daß Gay-Luſſac im künſtlichen Vacuo keine thermometriſche Wärme gefunden habe, ſcheine vielmehr dahin zu deuten: daß die ſehr verdünnte Luft die Fähigkeit beſitze, ſtrahlende Wärme zu binden, als dadurch die gänzliche Abweſenheit der Wärme im Vacuo zu beweiſen. Allerdings werde, ſchon jener großen Faſſungs- und Bindungsfähigkeit der verdünnten Luft wegen, die höhere Luftregion das Entweichen von ſtrahlender Wärme in den leeren Raum verhüten. Wenn nach Gr. Rumford, Boeckmann u. a. die Wärme um ſo langſamer durch verſchiedene Subſtanzen dringe, je lockerer ſie ſeyn, ſo gelte dies übrigens, wie Munke zugeſtehe, nur von der mitgetheilten und geleiteten, aber keinesweges von der ſtrahlenden Wärme. Indeß frage es ſich: ob ein höchſt verdünntes, und demnach mit dem Maximum von Verbindungswärmen beladenes Gas, gegen die durchſtrahlende Wärme nicht abſtoßend wirke? Er zweifele daran, halte aber dafür, daß Wärmeſtrahlen zu Wärmeſtrahlen gelangend, allerdings der gegenſeitigen Abſtoßung unterliegen werden, auch wenn der eine Theil dieſer Strahlen, ſchon in ſeiner freyen und ungeſchwächten Strahlung durch Anziehung und Zulenkung raumerfüllender Materien beſchränkt ſeyn ſollte; jene große Bindungsfähigkeit der obern Luft müſſe in gewiſſen Höhen zur Sättigung mit gebundener Wärme und damit zur gleichmäßigen Temperatur in jenen Höhen führen, Falls eine ſolche mit Bindungswärme geſättigte Luft, auf neue ihr von

der Erde zu ſtrahlende Wärme abſtoßend wirke. Der Zunahme der Wärme im Sommer und deren Verminderung zur Nachtzeit würde die erſtere dem Stande der Sonne, und die letztere den allgemeinen Geſetzen des Erkaltens angemeſſener ſeyn, als ſie es wirklich wären, wenn im erſtern Falle die von dem Sonnenlichte den Luftſchichten zugeführte Wärme nicht durch die große Menge atmoſphäriſchen Waſſerdunſtes zu jener Jahrszeit größentheils dem Lichte entzogen würde, bevor daſſelbe die Erde erreiche, und wenn nicht andern Theils bey Nacht ein Theil der Erde entſtrahlenden Wärme durch das Mitentſtrahlen des Lichts, beſonders bald nach Sonnenuntergang, gegen eine ſolche neue Bindung zum Theil geſchützt würde, weil die Erde ein phosphoresciren- der Körper ſey, der von dem zuvor aufgenommenen Lichte, ſpäterhin wiederum einen Theil freyſtrahlend entlaſſe. Die Schneekuppen der hohen Gebirge, würden wahrſcheinlich durch Sonnenbeleuchtung weit beträchtlicher zum Schmelzen gebracht werden, wenn ſie nicht ſo ſtark phosphorescirten. Wenn die Temperatur der Luft durch eine vor der Sonne ſtehende Wolke ſo bedeutend vermindert werde, ſo ſcheine hier in der That etwas dem ganz Aehnliches zu erfolgen, was bey großen ſichtbaren Sonnenfinſterniſſen Statt habe, ein großer Theil des Lichts komme gar nicht zur Erde, weil er von der derſelben abgewendeten Seite zurückgeworfen werde. Außerdem verſchluckten aber auch die Hüllen der in ſo großer Menge vorhandenen Dunſtbläschen einen, obgleich geringen, Theil der von dem Licht herbeygeführten Wärme, und machten dieſelbe unmerkbar, weil dadurch der verſchluckende Hüllenantheil aus dem tropfbaren Zuſtand in den ausdehnſamen übergehe. Einen Antheil an der Winterkälte habe die größere Schiefe der Sonnenſtrahlen, aber nicht nur, weil das mehr ſchief einfallende Licht, ſofern es gebunden werde, weniger Wärme freymache, als das weniger ſchief einfallende, ſondern, weil der der Erde vorübergehende Lichtſtrahlentheil, den höhern Regionen Wärme entführe. Der

Schnee binde fortdauernd jenen Antheil der ihm zugekommenen Wärme, welchen er nicht vermöge ſeiner Phosphorescenz unverändert zurückſende, weil er unter allen zur Erdfläche gehörigen Subſtanzen, daß größte Faſſungsvermögen für die Wärme beſitze. Dieſer Antheil von Wärme bilde mit einem Theile des Schnees tropfbares Waſſer, was aber nicht zum Zuſammenfließen gelange, weil es den übrigen, umgeſchmolzenen Eiskryſtalltheilchen adhärire und dadurch ſo genanntes Ballen oder Backen des Schnees bedinge. So lange nun ein dergleichen Adhäſionswaſſer zwiſchen dem Schnee ſich befinde, vermöge er keine unter 0° C. gehende Temperatur anzunehmen, und vermöge er ſelbſt die Vegetation unter der durch ihn gebildeten Decke zu befördern. Sey hingegen dieſes Zwiſchenwaſſer durch vorüberwehende kalte Stürme theils verdampft, theils wieder erſtarrt, dann erzeugten die fortwährenden Winde der Art die grimmigſte Kälte. Fände eine dergleichen Wärmeſtrömung Statt, wie ſie Munke annehme, ſo müßte nicht kurz vor, ſondern während des Sonnenaufganges und bald nach demſelben die größte Morgenkälte eintreten; allein ſtets ſey die größte Kälte vor dem Sonnenaufgange.

Thermometer (Zuſ. z. S. 70. Th. V.). Die Herrn Dulong und Petit *) haben eine ſehr lehrreiche Abhandlung über das Maas der Temperaturen geliefert. Sie bemerken mit allem Rechte folgendes. Wenn ein Körper vorhanden wäre, deſſen Ausdehnungen einem hinreichend regelmäßigen und einfachen Geſetze unterworfen wären, damit die ſucceſſiven Zuſätze von gleichen Mengen Wärme dadurch beſtändig denſelben Zuwachs des Volumens bewirkten, ſo würde derſelbe alle Eigenſchaften in ſich vereinigen, welche die Phyſiker als nothwendig und hinreichend zur Verfertigung eines vollkommenen Thermometers verlangt haben. Indeſſen könnte ein ſolches

*) Annales de chimie et de physique. p. MM. *Gay-Lussac* et *Arago*. Tom. VII. p. 116.

Thermometer nicht alle diejenigen Vortheile darbieten, welche es anfänglich zu verſprechen ſchien. In der That, wenn es ſich ereignen ſollte, z. B. daß der ſpecifiſche Wärmeſtoff aller übrigen Subſtanzen, die auf dieſes Thermometer bezogen würden, veränderlich, und bey jeder derſelben unveränderlich wäre, ſo erhellet es, daß man aus der Anzeige dieſes Thermometers nichts a priori würde ſchließen können, über die bey einer beſtimmten Veränderung der Temperatur gewonnenen oder verlornen Menge von Wärme. Man ſieht daher, daß der erſte Schritt, welcher bey dieſer Unterſuchung gethan werden muß, darin beſteht, zu erforſchen, ob die Capacitäten einer großen Anzahl von Körpern, die nach derſelben Skale beſtimmt wurden, auf eine und dieſelbe Art ſich verändern, und ob die Ausdehnungen der Subſtanzen, welche durch ihre Beſchaffenheit ſich am meiſten unterſcheiden, denſelben Geſetzen unterworfen ſind. Das letztere war beſonders der erſte Gegenſtand, worüber ſie eine weitläuftige und ſehr genaue Unterſuchung anſtellten. Ihre Reſultate, welche ſie daraus zogen, ſind folgende:

1. Alle Luftarten dehnen ſich gleichartig und gleichförmig aus, nicht allein zwiſchen 0° und 100°, wie ſchon lange Gay-Luſſac es gefunden hat, ſondern auch bey ungleich höhern Temperaturen.

2. Der Gang des Queckſilber-Thermometers iſt zwiſchen — 36° und 100° ſehr nahe derſelbe, wie der des Luftthermometers, bey letzterm von der Ausdehnung des Glaſes abſtrahirt; bey höhern Temperaturen verhält es ſich aber ganz anders, wie nachfolgende Tafel ſolches anzeigt.

Temperatur, welche das Queckſilberthermometer anzeigte.		Entſprechendes Volumino derſelben Luftmaſſe	Temperatur, welche ein, in Hinſicht auf die Ausdehnung des Glaſes berichtigtes, Luftthermometer anzeigte.	
100theil. Thermometer.	Fahrenh. Therm.		100 theil. Thermometer.	Fahrenh. Therm.
— 36°	— 32,8°	0,8650	— 36,00°	— 32,8°
0	+ 32	1,0000	0,00	+ 32,0
100	212	1,3750	100,00	212,0
150	302	1,5576	148,70	299,66
200	392	1,7389	197,05	386,69
250	482	1,9189	245,05	475,09
300	572	2,0976	292,70	558,86
Siedpunkt 360	680	2,3125	350,00	662,00

3. Die abſolute Ausdehnung des Queckſilbers, von deren Beſtimmung unter den Phyſikern ſo ſehr verſchiedene Reſultate ſind angegeben worden, iſt von Dülong und Petit mit großer Genauigkeit angegeben worden, wovon man den Artikel: Barometer (Th. VIII. S. 179. ff) nachſehen kann.

Faſt zu gleicher Zeit mit Dülong und Petit ſind ähnliche Verſuche von Ure *) angeſtellt worden, deren Reſultate wenig von den angeführten abweichen.

Nach Dülong und Petit iſt daher nach einem genauen Luftthermometer gemeſſen der Siedpunkt des Queckſilbers bey 662° Fahr. Nach Crighton's Luftthermometer iſt er aber bey 656° Fahr., welches in der Reihe von Graden einen Unterſchied von 6° giebt. Nach Herrn Ure erhellet hieraus, daß zwiſchen den ungleichen Ausdehnungen des Queckſilbers und des Glaſes und zwiſchen der geringen Maſſe des Queckſilbers, welche in der Kugel bleibt, wenn die Temperatur zunimmt eine Compenſation Statt findet, wodurch das Queckſilberthermometer ein richtiges Meßinſtrument der Zunahmen fühlbarer Wärme wird. Nach allen äußerſt genauen Verſuchen kann man ſicher annehmen, daß die bemerkbare Ausdehnuug des Queckſilbers im Glas $\frac{1}{63}$ ſeines Volumens im Durchſchnitte für jede 180° Fahr. zwiſchen

*) Philosophi. Transactions for 1818.

32° und 662°, oder in einem Zwiſchenraume von 7.90°, betrage. Mithin beträgt die merkbare Ausdehnung im Glaſe fürs Ganze $\frac{7}{126} = \frac{1}{18}$. Es iſt aber $\frac{1}{18}$ von 630° = 35° Fahr. Würde daher das ganze Inſtrument nämlich Röhre und Kugel, in kochendes Queckſilber eingetaucht, ſo würde es deswegen 35° mehr anzeigen, als wenn die Kugel allein eingetaucht wird, oder es würde faſt 691°, nach Crighton, anzeigen. Zieht man aber dieſe 35° ab, wenn nur die Kugel allein in die erhitzten Flüſſigkeiten eingetaucht iſt, ſo komme die gewöhnliche Queckſilberſkale, wenn ſie gut verfertigt iſt, faſt mit der abſoluten und richtigen Skale eines, nach den Ausdehnungen ſeines Glaſes, berichtigten, Luftthermometers überein. Man kann daher ein gut verfertigtes Queckſilberthermometer als ein hinlänglich richtiges Meßinſtrument der Temperaturen betrachten.

(Zuſ. z. S. 84. Th. V.). Herr Ure beſtimmt den Siedpunkt an einer Thermometerröhre auf folgende Art: Er paßt auf die Oeffnung eines Theekeſſels einen Cylinder von durchlöchertem verzinnten Blech, deſſen oberes Ende einen durchbohrten Kork enthält. Durch dieſen Kork kann die Glasröhre bis zu jedem beliebigen Punkt eingeſchoben werden; auch der Blechcylinder kann erhöhet und erniedriget werden, bis die Kugel einen Zoll unter dem Waſſer ſich befindet. Auch die Ausgußröhre iſt mit einem Kork verſchloſſen, und oben am Cylinder iſt ein Seitenloch angebracht, durch welches der Dampf ent weichen kann. Differirt das 30 engl. Zoll hohe Barometer um 1 Zoll, ſo differirt der Siedpunkt des Waſſers um 1,92° Fahr. Nach Wollaſton entſpricht aber ein Grad Fahr. einer Differenz von 0,589 Barometerdruck. Steht z. B. das Barometer auf 29 Zoll, ſo ſiedet das Waſſer bey 210,08° Fahr.; und ſteht es auf 31 Zoll, ſo iſt der Siedpunkt des Waſſers bey 113,92° Fahrenh.

An einem Thermometer zu chemiſchen Verſuchen muß der Siedpunkt auf dieſe Weiſe ausgemittelt werden, daß

man nur die Kugel und den entblößten Theil der Röhre unter der Skale in kochendes Waſſer ſenkt. Uebrigens muß das Waſſer in einem Metallgefäße ſich befinden, und ganz reines Waſſer zu dem Verſuche genommen werden.

In den neuern Zeiten iſt auch gefunden worden, daß der Nullpunkt am Thermometer mit der Zeit eine Aenderung erleidet. Dieſe Veränderung des Nullpunktes findet aber nur am Queckſilberthermometer Statt, am Weingeiſtthermometer bleibt er ganz unverändert. Es wurden nämlich am 30ten Januar 1822 bey einer Temperatur von + 2° Reau. mehrere Thermometer mit einander verglichen, indem man wahrgenommen hatte, daß der Nullpunkt des Queckſilberthermometers + 0,5° Reau. höher ſtand, als der Nullpunkt eines Weingeiſtthermometers. Die Reſultate, welche aus dieſer Vergleichung ſich ergaben, nachdem die Thermometer zwey Stunden vom ſchmelzenden Eiſe umgeben waren, ſind folgende [α]).

Ein Thermometer, womit in einem Garten zu Genf ſeit 26 Jahren Beobachtungen waren angeſtellt worden, ſtand auf	+ 0°,5 Rea.
Ein anderes Thermometer von Ramsden vor 40 Jahren verfertigt und auf Elfenbein getheilt . . .	+ 0,1
Ein drittes von Paul dem Sohne vor 20 Jahren verfertigt mit ſelbſt auf der Röhre geſtochener Theilung .	+ 1,0
Ein viertes mit ſilberner Skale von Paul dem Vater vor 40 Jahren verfertigt und zur Beobachtung der Temperatur eines Brunnens gebraucht . .	+ 1,7
Ein fünftes mit cylindriſchem Gefäße von Betalli zu Paris, vor etwa 15 Jahren verfertigt	+ 1,8

α) Bibliotheque universelle. Tom. XIX. p. 68. f.

Ein ſechstes von Gourdon vor etwa zwey Jahren verfertigt . . . + 0,7 Rea.

Ein ſiebentes von demſelben vor etwa 8 Monaten verfertigt . . + 0,2

Ein achtes Weingeiſtthermometer von Micheli im Jahre 1743 verfertigt 0,0

Dieſe Veränderung des Nullpunktes in den Queckſilberthermometern wurde bald von Gourdon ſelbſt in einem Briefe an Pictet beſtätigt α). Gourdon bemerkte, daß er Anfangs geglaubt habe, das Thermometer ſey fehlerhaft gemacht, habe aber endlich gefunden, daß die Veränderung des Nullpunktes faſt bey allen Queckſilberthermometern Statt finde. Außerdem ſtellte er aber noch folgenden Verſuch an: Er nahm ein Thermometer, an welchem der Siedpunkt geſtiegen war, brach das obere Ende deſſelben ab, und ſogleich ſank das Thermometer um eben ſo viel, als der Nullpunkt geſtiegen war.

Dieſe Beobachtungen wurden durch Flaugergues beſtätigt. In einem Briefe an Pictet β) ſchreibt er, daß er dieſe Veränderung ebenfalls an ſeinen Thermometern wahrgenommen habe, und ſetzt zuletzt noch hinzu; dieſe Größe ſey nicht ſtets dieſelbe geweſen, ſie vermehrte ſich allmählig mehrere Jahre hindurch, ſcheine aber jetzt conſtant zu ſeyn. Ferner fand er dieſe Veränderung nur in luftleeren Queckſilberthermometern. In zwey nicht verſchloſſenen ſtand das Queckſilber in ſchmelzenden Eiſe genau auf Null, und ein vom Abbé Nollet im Jahre 1734 verfertigtes Weingeiſtthermometer ſtand ebenfalls genau auf Null.

Auch von Bellani γ) erhält dieſe Veränderung eine Beſtätigung. Dagegen konnten mehrere andere Phyſiker dieſe Veränderung nicht finden. Indeſſen ſcheint doch aus den angeführten Beobachtungen wirklich hervorzugehen, daß der Nullpunkt der Thermometer ſich nach

α) Bibliotheque universelle. Tom. XIX. p. 154. f.
β) Ebendaſelbſt. Tom. XX. p. 117. ff.
γ) Ebendaſelbſt. Tom. XXI. p. 252.

einiger Zeit ſich ändert, und höher ſteigt, als er Anfangs war; daß aber dieſe Aenderung nur in luftleeren verſchloſſenen Queckſilberthermometern Statt findet, keinesweges in den Weingeiſtthermometern, und daß, wenn man das obere Ende der Thermometerröhre abbricht, das Queckſilber ſogleich wieder auf den Anfangs beſtimmten Nullpunkt herabſinkt.

Gourdon verſuchte zuerſt von dieſer Erſcheinung eine Erklärung zu geben. Er führt an, daß man vermuthen müſſe, die Aufhebung des Druckes der Atmoſphäre ſey ein Umſtand, ohne welche die Erhöhung des Nullpunktes nicht Statt finde. Zur Erklärung dieſer Wirkung nimmt er die Vorausſetzung an, daß eine kleine Luftmenge, welche zuerſt im Queckſilber zerſtreuet wäre, nachher mehr Volumen einnehme, indem ſie ſich in eine kleine Kugel vereinige, welche bisweilen ſichtbar werde, und die Queckſilberſäule durchdringe; dies erfolge durch die Wirkung der Bewegungen, welche die Temperaturveränderungen in dem Metall erzeugten.

Flaugergues wurde durch die Beobachtung, daß ſich dieſe Aenderung nicht in den Weingeiſtthermometern und offenen Queckſilberthermometern zeige, auf eine andere Erklärung geleitet. Es befinde ſich nämlich bey den verſchloſſenen Queckſilberthermometern in dem obern Theile der Röhre ein leerer Raum; in den Weingeiſtthermometern hingegen werde nur ein Theil der Luft ausgetrieben, und die verſchloſſene Röhre werde ganz mit Weingeiſtdampf angefüllt. Die Atmoſphäre übe auf die Kugeln einen Druck aus; befinde ſich nun in der obern offenen Röhre gewöhnliche atmoſphäriſche Luft, ſo finde hier ein Gleichgewicht Statt, und es erfolge daher keine Veränderung in dem Rauminhalte der Kugel; ſey dagegen die Röhre verſchloſſen und luftleer, ſo finde von innen heraus kein Gegendruck Statt, die dünne Glaskugel gebe dem Drucke nach und ziehe ſich zuſammen; dadurch werde ihr Rauminhalt vermindert, ein Theil des Queckſilbers

ſteige in die Röhre, und verlängere dadurch die Queck-ſilberſäule.

Die Wahrheit dieſer Erklärung ſuchte Flaugergues auf folgende Art darzuthun. Er nahm ein von Caſſati verfertigtes luftleeres Thermometer, welches im thauenden Eiſe auf + 0°,9 ſtand, machte am obern Ende der Röhre einen Schnitt, um es leicht zu zerbrechen, und ſtellte es darauf abermals in thauendes Eis, wo es auf + 0°,9 ſtand; hierauf brach er das obere Ende ab, wo es dann auf 0°,3 ſank, und ſtehen blieb. Nun nahm er das Thermometer aus dem thauenden Eiſe fort, erwärmte es bis das Queckſilber ſehr nahe am Ende der Röhre ſtand, verſchloß alsdann die Oeffnung mit Siegellack, ſetzte es wieder in thauendes Eis, und hier blieb es bey 0°,6 ſtehen. Er fügt noch hinzu und bemerkt, es ſey eine bekannte Thatſache, daß das Glas Elaſticität beſitze. Habe nun das in einem verſchloſſenen Thermometer ſich zuſammengezogene Queckſilber einen luftleeren Raum in der Röhre gelaſſen, ſo gebe das dünne Glas der Kugel dem Drucke der Atmoſphäre nach, ziehe ſich zuſammen, bis ſeine Elaſticität, welche mit dieſer Zuſammenziehung wachſe, mit dieſem Drucke im Gleichgewichte ſtehe. Bliebe nun alles in dieſem Zuſtande, ſo würde daraus weiter keine Unbequemlichkeit hervorgehen, als daß der Nullpunkt ein wenig höher ſeyn würde, als wenn die Röhre voll Luft wäre; es ſey aber bekannt, daß eine lange Zeit geſpannte elaſtiſche Feder von ihrer Elaſticität etwas verliere, und daſſelbe erfolge auch mit der Elaſticität der Glaskugel; ſie vermindere ſich mit der Zeit durch die Spannung, welche ſie erleide, und ſtehe nach einiger Zeit nicht mehr im Gleichgewichte mit dem atmoſphäriſchen Drucke; das Glas gebe dem Ueberſchuſſe dieſes Druckes nach, ziehe ſich zuſammen, bis ſeine Elaſticität von neuem mit dem atmoſphäriſchen Drucke das Gleichgewicht halte; dadurch gehe nun ein neuer Theil des Queckſilbers in die Röhre, und der Unterſchied werde daher immer größer.

So ſinnreich und genügend dieſe Erklärung von Flaugergues war, ſo fehlte es ihr doch an mehreren beſtätigenden Verſuchen. Dergleichen haben aber die Phyſiker zu Genf, die Herrn Aug. de la Rive und F. Marcet *) angeſtellt. Die hauptſächlichſten derſelben ſind folgende: Es wurde ein Queckſilberthermometer, deſſen Grade ſehr groß waren, und deſſen ſehr dünne Kugel 4''' Durchmeſſer hatte, unter den Recipienten einer Luftpumpe geſtellt. Der Gang dieſes Thermometers wurde mit einem andern Thermometer außerhalb der Glocke verglichen. Hierauf wurde die Luft unter der Glocke ausgepumpt, und das Thermometer ſank 2° herab, ſtieg aber bald wieder, jedoch nicht zu dem Punkte, von welchem es gefallen war. Das Mittel von mehreren auf dieſe Art angeſtellten Verſuchen war folgendes:

Unmittelbar nach der Auspumpung der Luft	äußeres Thermometer	9°,4 C.
	Thermometer unter der Glocke	7°,7
Zwey Stunden nachher	äußeres Thermometer	9°,0
	Thermometer unter der Glocke	8°,0
Zwölf Stunden nachher	äußeres Thermometer	7°,8
	Thermometer unter der Glocke	6°,8
Vier und zwanzig Stunden nachher	äußeres Thermometer	10°,3
	Thermometer unter der Glocke	9°,3

Es erhellet hieraus, daß das Thermometer unter dem leeren Raume der Luftpumpe beſtändig einen Grad niedriger ſteht. Wenn daher der Druck der Atmoſphäre wirklich der Grund der Erhöhung des Thermometers iſt, ſo muß derſelbe Erfolg, wie hier unter der Glocke, auch alsdann Statt finden, wenn man das Thermometer in freyer Luft läßt, ſo, daß auch die Luft von oben drücken kann. Dies beſtätigte die Erfahrung auch wirklich; denn als das obere Ende der Thermometerröhre zerbrochen wurde, ſo ſank daſſelbe ſehr bald um einen Grad.

*) Mémoire sur l'influence de la pression atmosphérique sur les boules des thermométres, suivi de quelques experiences relatives au froid produit par l'expansion desgaz in bibliotheque universelle, Avril 1823. p. 265 sqq.

Wurde nun das oben offene Thermometer unter den Recipienten der Luftpumpe gebracht, ſo blieb es beſtändig auf dem Punkte ſtehen, und ſein Gang war mit dem außerhalb der Glocke befindlichen völlig einerley.

Um näher zu beſtimmen, ob dieſe Veränderung auch wirklich von der Elaſticität der Glaskugel herrühre, wurde dieſer Verſuch mit Thermometern wiederholt, an welchen das Glas der Kugel verſchiedene Dicke hatte. Je dicker das Glas war, deſto geringer waren die Veränderungen. Ein Thermometer, deſſen Kugel faſt doppelt ſo dick war, als die des vorigen, ſtand im luftleeren Raume um 0°,5 tiefer als in der Luft, während das erſtere 1° tiefer ſtand. Daſſelbe Thermometer ſank 0°,5, wenn man oben Luft in die Röhre hineinließ. Bey einem Thermometer, deſſen Kugel ſehr dick war, waren die angeführten Veränderungen faſt unmerklich, indem ſie nie größer als 0°,1 ausfielen. Hieraus folgte alſo, daß der Unterſchied in dem Stande des Thermometers, wenn ſich ſeine Kugel in der atmoſphäriſchen Luft befindet, von der größern oder geringern Elaſticität des Glaſes, mithin von der größern oder geringeren Leichtigkeit, ſeinen körperlichen Raum zu ändern, abhängt.

Um aber auch dieſe Behauptungen umgekehrt zu prüfen, wurden mehrere Verſuche mit verdichteter Luft angeſtellt. In comprimirter Luft ſtand ein Thermometer höher als in der freyen, und dieſer Unterſchied war deſto größer, je dünner die Kugel und je ſtärker die Luft comprimirt war. Ein oben offenes Thermometer ſtieg zuerſt unter der Glocke wegen der Condenſation, aber weit langſamer als ein oben geſchloſſenes luftleeres Thermometer; bald aber ſtand es auf demſelben Punkte, auf welchem das äußere Thermometer ſtand. Hierauf wurden zwey Thermometer in die Condenſationspumpe gebracht, das eine war ein luftleeres geſchloſſenes und das andere ein offenes. Nachdem die Luft um eine Atmoſphäre condenſirt war, ſtand das geſchloſſene Thermometer 1° höher, als das oben offene; nach der Conden-

ſation zweyer Atmoſphären war der Unterſchied 2°; nach der Condenſation von drey Atmoſphären 2°,7. Weingeiſtthermometer, welche nicht ganz frey von Luft ſind, und in deren oberm Theile ſich ſtets elaſtiſcher Weingeiſtdampf befindet, gaben ähnliche aber nicht ſo bemerkliche Reſultate. Hieraus ergab ſich, daß die Thermometerkugeln von der Elaſticität der Luft zuſammengedruckt werden, wodurch nothwendig ein Steigen des Queckſilbers erfolgen mußte.

Noch eine andere Erklärung über die Veränderung des Nullpunktes in den Queckſilberthermometern hat Bellani *) verſucht. Er leitet den Grund derſelben blos von dem Glaſe her, indem es bey verſchiedenen Temperaturen Aenderungen ſeines Volumens erleide, und vermöge ſeiner Trägheit ſo zurückbleibe, daß es nie ſein anfängliches Volumen wieder erhalte. Blaſe man z. B. Thermometerkugeln, laſſe ſie alsdann ein Jahr lang liegen, und fülle ſie kalt mit Queckſilber oder Weingeiſt, ſo zeigten ſich keine ſolche Aenderungen, als wenn man ſie, wie gewöhnlich, heiß fülle. Dieſer Fehler verſchwinde ſelbſt nach Jahren nicht. Nehme man ein Queckſilberthermometer, welches bis zum Siedpunkte getheilt, und bey welchem jeder Grad wenigſtens 1''' Pariſ. groß ſey, das man ferner nicht ſeit mehreren Monaten bis in die Nähe des ſiedenden Waſſers erwärmt habe. Auf demſelben beſtimme man genau den Nullpunkt, tauche es dann in ſiedendes Waſſer und ſogleich wieder in Eis, ſo werde man finden, daß der Nullpunkt jetzt etwa 0°,1 tiefer ſey, als das erſte Mal, und zwar ſey er deſto tiefer, je ſchneller der Uebergang von einer Temperatur zur andern ſey. Man ſehe daher leicht ein, daß, da das Volumen der Glaskugel durch die Wärme des ſiedenden Waſſers vergrößert worden ſey, dieſe feſte Maſſe durch Erkaltung ihr anfängliches Volumen nicht ſo ſchnell wieder erlangen könne, als das flüſſige Queckſilber.

---

*) Bibliotheque universelle. Tom. XXI. p. 252 ff.

In einer andern Abhandlung ſucht **Bellani** *) aus mehreren angeführten Thatſachen in Hinſicht der Thermometer vorzüglich das hervorzuheben, daß der ſchnelle Uebergang des Glaſes aus der Temperatur beym Schmelzen zu der der umgebenden Luft, wenn die Kugel erkalte, die Theile deſſelben in den Zuſtand einer mehr oder weniger gezwungenen Zuſammenziehung verſetze, welcher aus der ungleichen Vertheilung des Wärmeſtoffs bey der Erkältung entſtehe; denn die äußere Oberfläche ſey ſchon feſt, wenn die innere Maſſe noch weich ſey; dieſe hange an der von außen gebildeten Rinde durch Adhäſion feſt, ohne ihren eigenen Theilanziehungen folgen zu können. Aus der dadurch bewirkten Spannung der Theile der Thermometerkugeln ſucht **Bellani** die Erhöhung des Nullpunktes in den Queckſilberthermometern zu erklären.

Es iſt wohl ſehr wahrſcheinlich, daß die von **Bellani** angeführte Urſache als mitwirkende zu der Veränderung des Nullpunktes der Thermometer beytragen könne, aber wohl ſchwerlich wird aus ihr allein dieſelbe vollſtändig erklärt werden können. Vielmehr ſcheint die Haupturſache derſelben diejenige zu ſeyn, welche **Flaugergues** angegeben hat.

Der Herr Oberfinanzrath und Ritter von **Yelin** β) beſtätigte durch genaue und wiederholte Prüfung an mehreren vollkommenen und unvollkommenen luftleeren Thermometern die gemachte Beobachtung, daß der Nullpunkt mit der Zeit eine Aenderung leidet. Zugleich fand er aber auch, daß bey Queckſilberthermometern einzelne Fälle eintreten können, wo der Nullpunkt abwärts rückt, und unter ſeinen primitiven Ort hinunterſinkt. Der Meinung des Herrn **Bellani**, daß nämlich die allmählige Veränderung des Nullpunktes vorzüglich aus der unregelmäßigen Spannung der allmählig erkalteten Thermometerkugel abzuleiten ſey, iſt v. **Yelin** nicht zu-

*) Bibliotheque universelle. Vol. XXIII. p. 101 ff.

β) Kaſtner's Archiv für die geſammte Naturlehre. B. III. S. 109 ff.

gethan, ſondern er glaubt vielmehr, daß dadurch keine Verkleinerung des Rauminhaltes entſtehe, ſondern das Gegentheil Statt finde. Hebe ſich nämlich mit der Zeit in einer dünnen geblaſenen Glaskugel die anfänglich vorhanden geweſene unregelmäßige Spannung auf, ſo müſſe eine Ausdehnung der Kugelwände, mithin eine Raumerweiterung der Kugel, und mit ihr ein Herabſinken des Queckſilbers erfolgen, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Erkalte an der geblaſenen Glaskugel die Oberfläche zuerſt; dieſe ziehe ſich alſo zuſammen und gerathe eben dadurch, weil ſie ſich zu ſchnell zuſammenziehe, hauptſächlich in irregulaires Gefüge ihrer Integraltheilchen. Könne ſich dieſes Gefüge in der Folge aus irgend einer Urſache wieder ordnen, ſo könne dies nicht anders als durch Hebung der erſten Urſache der Unordnung, alſo durch Entgegenwirkung der anfänglichen zu ſtarken Zuſammenziehung und deren Löſung geſchehen, was alſo nothwendig mit einer Ausdehnung und Raumerweiterung der Kugel verbunden ſeyn müſſe.
2. Beſtätige dies die Erfahrung an ſolchen Kugeln ſelbſt. Der Herr v. Relin hatte ſich nämlich zur Prüfung vom Herrn Vaccano drey Weingeiſtthermometer mit abſolutem Alkohol füllen laſſen, und die Eispunkte mit Sicherheit beſtimmt. Den Nullpunkt an allen 3 Thermometern hat er nicht ſtabil erhalten können, ſondern er iſt beſtändig fort im Fallen begriffen geweſen, ſo daß ſogar die negative Nullspunktsveränderung volle 12 Grade betrug, eine Erſcheinung, welche durchaus keine andere Erklärung zuläßt, als eine erfolgte Raumerweiterung der Kugeln. Es erfolgte ſelbſt bey dieſem Thermometer keine Veränderung in Anſehung des Nullpunktes, nachdem er die Spitze deſſelben abgebrochen hatte.

Hieraus ſcheint Herrn v. Relin zu folgen, daß auf Queckſilber- und Weingeiſtthermometern zwey einander entgegenſetzte Kräfte einwirken, wovon die eine, der Druck der Atmoſphäre, ſtrebt, den Nullpunkt zu erhöhen, die

andere dagegen, das Beſtreben der durch die ſchnelle Abkühlung nach dem Blaſen in unregelmäßige kryſtalliniſche Spannung verſetzten Glaskugeln, dieſe Unregelmäßigkeit von ſelbſt nach und nach aufzuheben, und ein regelmäßiges kryſtalliniſches Gefüge anzunehmen, jener erſten Kraft entgegenwirkt und den Rauminhalt der Kugeln wieder zu erweitern ſtrebt, woraus weiter folgt, daß, je nachdem die eine oder die andere Kraft das Uebergewicht behält, bey Queckſilberthermometern der Nullpunkt bald erhöhet, bald erniedriget werden kann, wenn gleichwohl die comprimirende Kraft in den luftleeren die Oberhand behalten, und der Nullpunkt ſich erhöhen dürfte, bey Weingeiſtthermometern dagegen die erweiternde Potenz im Allgemeinen vorwalten und den Nullpunkt hinabrücken mag.

Durch die neuern Unterſuchungen über die Ausdehnungen der beſonders flüſſigen Körper und die Verſchluckung der Wärme beym Uebergang in andere Zuſtände derſelben hat man auch einen Verſuch gemacht, den abſoluten Nullpunkt, d. h. die abſolute Abweſenheit der Wärme, zu beſtimmen. Es war von der Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris eine Preisfrage für die Beſtimmung der ſpecifiſchen Wärme der gewöhnlichſten permanenten Gasarten ausgeſetzt. Den Preis erhielten durch eine ausgezeichnete Abhandlung die Herrn de la Roche und Berard. Zwey andere ausgezeichnete Naturforſcher, die Herrn Clement und Deſormes hatten ſich ebenfalls darum beworben; ihre Arbeit wurde aber, ob ſie gleich in einigen Fällen mit den Reſultaten von de la Roche und Berard übereinſtimmte, von der Akademie nicht gebilligt, indem ihre angeführte Beſtimmung auf der Vorausſetzung einer Capacität für Wärme im luftleeren Raume beruhete, welche von der Commiſſion der Akademie der Wiſſenſchaften als unrichtig verworfen wurde. Nach abermaliger Ueberlegung dieſes Gegenſtandes und Anſtellung mehrerer Verſuche machten Clement und Deſormes ihre Arbeit bekannt, um ſie der öffent-

lichen Beurtheilung zu überliefern *). Sie leiteten aus ihren Verſuchen folgende Schlüſſe ab: daß die Temperaturveränderungen, welche durch die Ausdehnung oder Zuſammendrückung der Gasarten, ſo wie durch ihr Eindringen in einen luftleeren Raum hervorgebracht werden, ganz und gar von der ſpecifiſchen Wärme des leeren Raums herrühre; daß dieſe Wärme hinreichend iſt, um bey + 12½° ein gleiches Volumen Luft von gewöhnlicher Spannung von + 12½° auf + 114 zu erwärmen; daß die ſpecifiſche Wärme der Luft zwiſchen 0° und + 60° genau ¼ iſt von der des Waſſers, beyde nach gleichen Gewichten verglichen; und daß endlich der abſolute Nullpunkt auf — 266°,66 Cels. fällt. Unter den Beweiſen für dieſe Angaben führten ſie einen Verſuch von Gay-Luſſac an, welchem zu Folge, wenn man zwey gleich große Luftbehälter hat, von welchen der eine luftleer iſt, und man aus dem mit Luft gefüllten in den leeren Luft einſtrömen läßt, das Thermometer in dem letztern um eben ſo viele Grade ſteigt, als es in dem erſtern fällt, ein Reſultat, welches davon herrührt, daß die Luft in dem einen beſtändig ausgedehnt wird, während ſie in dem andern von dem höchſten Grad der Verdünnung beſtändig verdichtet wird. Es iſt aber dieſer Meinung entgegengeſetzt worden, daß hier wohl die Temperatur etwas niedriger ausfallen ſollte, weil das Gas im Ganzen auf ſein doppeltes Volumen ausgedehnt wird; und das Gas, welches in den leeren Behälter ſtrömt, und mithin am meiſten ſich ausdehnt, nimmt einen Theil ſeiner Wärme von dem Ende des Hahnen, welche Wärme wiederum frey wird, wenn es von der nachſtrömenden Luft eine Condenſation erleidet. Um jedoch die Meinung von Clement und Deſormes über die ſpecifiſche Wärme des luftleeren Raumes noch weiter zu widerlegen, ſtellte Gay-Luſſac einen Verſuch an, bey welchem der leere

*) Journal de physique, par *Ducrotay de Blainville*. T. LXXIX. p. 428.

Raum von einem Körper erfüllt werden konnte, deſſen Veränderungen am Volumen keine Veränderungen in der Temperatur hervorzubringen vermochten. Er ließ das Ende eines ſehr langen Glascylinders von $3\frac{1}{4}$ Zoll innern Durchmeſſer luftdicht verſchließen, und in die Axe deſſelben ein Luftthermometer befeſtigen, welches ſo empfindlich war, daß $\frac{1}{600}$ Grad der hunderttheiligen Skale eine Länge von einem Millimeter einnahm, und daher mit Sicherheit beſtimmt werden konnte: hierauf wurde der Cylinder luftleer gemacht, und mit Queckſilber gefüllt, wodurch er in ein ſehr weites Barometer verwandelt wurde. Senkte man ihn in das Queckſilber, ſo ſtieg es hinauf, und füllte den leeren Raum mit einer Geſchwindigkeit an, welche man in ſeiner Willkühr hatte; allein das Luftthermometer zeigte nicht die geringſte Veränderung in der Temperatur, man mochte den leeren Raum ſich ſchneller oder auch langſamer füllen laſſen. Sobald dagegen der geringſte Theil Luft in das Vacuum gelaſſen wurde, zeigten ſich die Veränderungen in der Temperatur augenblicklich. Außerdem iſt es, wie Herr Gay-Luſſac bemerkt, klar, daß, wenn die Luft durch einen gewiſſen Grad von ſtarker Compreſſion, wie es z. B. in dem pnevmatiſchen Feuerzeuge gewöhnlich Statt findet, bis auf + 300° erhitzt wird, wobey Zunderſchwam ſich entzündet, und ſie dann unter dieſem Druck gelaſſen wird, bis ſie ſich auf die Temperatur des umgebenden Mediums abgekühlt hat, ſo wird, wenn dieſe Temperatur 0° iſt, und man ſie ſich augenblicklich auf ihr erſtes Volumen ausdehnen läßt, eine Kälte von 300° entſtehen, und dies ſcheint ins Unendliche gehen zu können.

Clement und Deſormes haben dieſen Einwurf des Herrn Gay-Luſſac dadurch zu begegnen geſucht, daß ſie behaupteten, die Wärme, welche in dem Verſuche mit dem Barometer frey werden ſollte, ſey zu gering. Allein hierauf wird wieder eingewendet, daß gleichwohl das Reſultat, nach welchem Wärme auf eine merkbare Weiſe ſich entwickele, wenn eine geringe Menge von Luft

hineingelaſſen werde, dadurch nicht widerlegt werde. Späterhin haben aber die Herrn Clement und Deſormes neue Gründe beygebracht, welche theils davon hergenommen ſind, daß das Eis eine geringere ſpecifiſche Wärme beſitze als das Waſſer, wobey ſie ſich jedoch auf willkührlich angenommene Vorausſetzungen ſtützen, theils von der Thatſache, daß Luft von 0° auf + 100° erhitzt, ihr Volumen um 0,375 vergrößert, woraus mithin folgt, daß ihr Volumen von 266⅔ Graden verdopelt wird; aber, bemerken ſie, wenn es wahr iſt, daß die Ausdehnung und Zuſammenziehung der Luft für alle gleiche Zunahmen von Wärme gleich groß iſt, wie die Verſuche zu zeigen ſcheinen, ſo folgt, daß, wenn Luft von 0° auf 297° abgekühlt wird, ſie auf eine abſolute Abweſenheit der Wärme reducirt wird, und es folgt daher nach ihrer Meinung aus dem Geſetze der Ausdehnung der Gasarten, daß bey 266⅔ Graden unter dem Gefrierpunkte des Waſſers der abſolute Nullpunkt ſich befindet.

Der Herr Prof. Benzenberg *) hat auf einem andern Wege den Verſuch gemacht, den abſoluten Nullpunkt zu beſtimmen. Herr Dalton hatte nämlich den Unterſchied, welchen Eiswaſſer und Dampf in der Capacität für Wärme haben, in einer Figur dargeſtellt, in welcher drey Cylinder von verſchiedener Weite in einander ſteckten. Der Waſſercylinder iſt um 0,1 weiter als der Eiscylinder, und indem dieſer voll von Wärme iſt, mithin das Eis ſich in Waſſer verwandelt, bleibt das Thermometer bey 0° R. ſtehen, bis der Waſſercylinder voll iſt. Dann fängt der Wärmeſtoff im Thermometer an zu ſteigen bis dieſes auf 80° ſteht. Sobald dieſer Stand erreicht iſt, kommt die Wärme in den Dampfcylinder, und verwandelt das Waſſer in Dampf. Das Thermometer bleibt auf 80° ſtehen, bis dieſer Cylinder auch voll von Wärme iſt, und dann

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXI. S. 363 ff.

fängt es wieder an zu ſteigen. Bey noch höhern Graden der Wärme würde vielleicht der Dampf in Luft verwandelt werden, wobey dann wieder einige Wärmemenge verſchluckt würde, worüber aber Erfahrungen uns verlaſſen.

Da nun der Unterſchied zwiſchen der Capacität der Cylinder beſtimmt iſt, und da zugleich die relativen Wärmemengen, welche ſie faſſen, bekannt ſind, ſo kann die Höhe dieſer Cylinder berechnet werden. Dieſe Höhe ſtellt nach Benzenberg die Entfernung vom abſoluten Nullpunkte der Wärme vor. Setzt man nämlich dieſe Entfernung $=x$, die Capacität des Eiſes $=c=90$, und die Capacität des Waſſers $=C=100$, ſo wie die Wärmemenge $=n$, welche verſchluckt wird, wenn Eis in Waſſer übergeht, und die $=66{,}6°$ R. beträgt; ſo hat man

$$Cx - cx = Cn, \text{ und } x = \frac{Cn}{C-c} = \frac{100 . 66{,}6}{100 - 90} = 666°;$$

hievon die 66° abgezogen, welche beym Gefrieren frey werden, bleibt 600° für die Tiefe des abſoluten Nullpunktes unter 8° R.

Dieſelbe Rechnung auf Waſſer und Dampf angewendet, wo die Capacität des Waſſers $c=100$, die Capacität des Dampfes $C=155$, und die Waſſermenge n, welche verſchluckt wird, wenn Waſſer in Dampf übergeht, $=420°$ R., giebt

$$x = \frac{Cn}{C-c} = \frac{155 . 420}{155 - 100} = 1184°$$

hievon abgezogen die 420° R., welche bey der Dampfbildung latent werden, ferner die 80° vom Siedpunkte bis zum Gefrierpunkte, und endlich die 66°, welche beym Waſſer latent werden; ſo hat man für die Entfernung des abſoluten Nullpunktes der Wärme unter dem Gefrierpunkte des Waſſers $=618°$ R.

Vergleicht man Eis und Waſſerdampf mit einander, ſo giebt die Rechnung

$$x = \frac{C.n}{C - c} = \frac{155.466,6}{155 - 90} = 1160°$$

Hievon 420 + 80 + 66° abgezogen, giebt für den abſoluten Nullpunkt 594° unter dem Froſtpunkte.

Das Mittel aus dieſen drey Rechnungen wäre daher 604° R. Nach Benzenberg kann man daher wohl ſicher den abſoluten Nullpunkt der Wärme 600° R. unter dem Gefrierpunkte des Waſſers annehmen.

Herr Berzelius bemerkt hiebey, daß das Reſultat dieſer Berechnung wahrſcheinlich richtig ſeyn würde, wenn ſich je eine Grundlage für dieſe Rechnung feſtſetzen ließe; allein die von Dalton angegebenen Zahlen ſeyen unrichtig; denn wenn er blos die ſpeciſiſchen Wärmen des Waſſers in ſeinen drey verſchiedenen Zuſtänden zu vergleichen ſuchte, ſo ſeyen ſie dieſerwegen unrichtig, weil die ſpeciſiſche Wärme des Waſſerdampfs geringer ſey als die des Eiſes, d. h. weil eine geringere Quantität von Wärme erfordert werde, um die Temperatur eines Pfundes Waſſerdampfes um einen Grad zu erhöhen, als die des Eiſes. Habe er wiederum die gebundene Wärme mit in Rechnung gebracht, ſo werde das Reſultat dennoch nur eingebildet, weil ſich nie beſtimmen ließe, wie groß der Theil der abſoluten Wärme des Eiſes bey 0° ſey, welcher der gebundenen Wärme in dem flüſſigen oder dampfförmigen Waſſer entſpreche, und ſich mithin die von Dalton angegebene Größe der drey Dimenſionen nie finden laſſe. Uebrigens bemerkt er noch ganz richtig, daß die Forſchung nach dem abſoluten Nullpunkte der Wärme mit dem Forſchen nach dem perpetuum mobile und nach der Quadratur des Kreiſes in eine Kategorie geſtellt werden müſſe.

(Zuſ. z. S. 728. Th. VI.). Crichton zu Glasgow hat ſich der compenſirenden Platten zur Verfertigung eines ſelbſt aufzeichnenden Thermometers bedient. Es beſteht daſſelbe aus zwey Längenſtreifen von Stahl und Zink, welche mit den Flächen an einander befeſtigt ſind,

ſo daß die größere Ausdehnung oder Zuſammenziehung die der Zink durch denſelben Temperaturwechſel, im Vergleiche zum Stahl erleidet, eine Biegung der zuſammengeſetzten Stange bewirkt. Da die Stange an dem einen Ende auf einem Brete befeſtigt iſt, ſo fällt die ganze Biegung an dem andern Ende vor, nämlich am kurzen Arm eines als Zeiger dienenden Hebels, deſſen freyes Ende ſich an einem graduirten Bogen bewegt. Das Inſtrument iſt urſprünglich nach einem guten Queckſilberthermometer regulirt und die Bewegungen des Armes ſind durch zwey feine Drähte angezeigt, die derſelbe fortſchiebt und im Maximum ſeiner Abweichung von dem zuletzt beobachteten Temperaturzuſtande rechts oder links liegen läßt.

Auf demſelben Grunde hat Brequet ein vortreffliches Inſtrument angegeben, welches als eines der empfindlichſten Thermometer betrachtet werden kann. Es beſteht daſſelbe aus drey Plattenlagen von Silber, Gold und Platin, welche durch Druck bey einer hohen Temperatur vereinigt, und durch Hämmern auf eine Dicke von $\frac{1}{100}$ Linie reducirt werden. Dieſe Verbindung wird dann ſpiralförmig zuſammengerollt, und durch mäßiges Glühen in dieſem Zuſtande bleibend erhalten. Alsdann befeſtigt man ſie mit ihrem obern Theile an eine feſte Stütze, und giebt dem untern Theile eine metallene Horizontalnadel zu tragen, welche als Zeiger dient, ſo wie ſie die Fig. 28. vorſtellt. Wird dieſe Vorrichtung in Luft, von einer gewiſſen, ſich gleich bleibenden Temperatur, gebracht, ſo nimmt er den Grad der Verlängerung und Krümmung an, den dieſe Temperatur für die über einander gelegten Platten mit ſich bringt; ſo wie aber die geringſte Temperaturverändeung eintritt, drehen ſich die Windungen entweder mehr zuſammen, oder weiter von einander, wobey ſich der Zeiger mit fortbewegt. Durch Vergleichung dieſer Bewegungen mit den Temperaturveränderungen, welche ein gutes Thermometer anzeigt, läßt ſich der Gang des Inſtruments beſtimmen:

und man hat dann an ihm, wegen ſeiner großen Oberfläche bey ſo geringer Maſſe, ein vorzügliches Mittel, für die ſchwächſten Temperaturveränderungen ſchnelle Anzeigen zu erhalten. Setzt man z. B. daſſelbe unter den Recipienten einer Luftpumpe, und pumpt die Luft etwas ſchnell aus, ſo ſieht man den Zeiger ſogleich auf Kälte weiſen, und ein bedeutendes Sinken der Temperatur anzeigen. Bald jedoch, wenn das Gleichgewicht der Temperatur ſich wieder herſtellt, kehrt er zu ſeinem erſten Stande zurück. Jetzt laſſe man die Luft wieder zutreten, und die Bewegung des Zeigers wird auf eine eben ſo ſchnelle und beträchtliche Erhöhung der Temperatur deuten, als vorher die Erniedrigung derſelben war. Hievon giebt man die Erklärung, daß dieſe Wärme ſich aus der, im innern Recipienten zurückgebliebenen, Luft entbindet, indem dieſelbe von der hinzuſtürzenden äußern Anfangs verdichtet wird.

Herr Leslie hat ebenfalls ein Inſtrument unter dem Namen eines Differenz-Thermometers angegeben, welches vorzüglich geeignet iſt, den geringſten Unterſchied verſchiedener Temperaturen darzuſtellen. Es beſteht daſſelbe aus einer gekrümmten dem Buchſtaben U ähnlichen Röhre, welche ſich an beyden Enden mit hohlen Kugeln, worin ſich Luft befinden, endigt, und in dem mittleren Raum etwas mit Carmin gefärbte Schwefelſäure enthält. Sind hier beyde Kugeln einer gleichen Temperatur ausgeſetzt, ſo bleibt die flüſſige Blaſe in Ruhe; iſt aber eine Kugel mehr als die andere erwärmt, ſo wird durch die größere Elaſticität der Luft von dieſer Seite gedrängt werden und ſinken, und daher auf der andern Seite in die Höhe ſteigen. Leslie wählte eine nicht leicht verdunſtende und ſchwere Flüſſigkeit wie die Schwefelſäure dieſerwegen, damit bey den Wechſeln der Temperatur die Trockenheit und Elaſticität der eingeſchloſſenen Luftmaſſe keinen Aenderungen ausgeſetzt ſey. Alkohol würde leichter und in ſeinen Bewegungen ſchneller ſeyn; allein er würde durch Vermiſchung ſeiner Dämpfe

mit den ungleich erwärmten Luftmaſſen dieſe ungleich ausdehnen und die Anzeigen des Inſtruments unſicher machen. Um den Unterſchied der Wärme beyder Kugeln genau anzugeben, hatte Leslie eine tauſendtheilige Skale gewählt, die nämlich den ganzen Raum zwiſchen der Temperatur des gefrierenden und des kochenden Waſſers in 1000 Theile theilt.

Ein dem Leslie'ſchen ähnliches Inſtrument hat der Graf v. Rumford unter dem Namen eines Thermoſcops beſchrieben. Es unterſcheidet ſich daſſelbe von dem Differenzthermometer des Herrn Leslie blos darin, daß der längere Theil der Röhre horizontal iſt und daß ſeine beyden Kugeln in einer weitern Entfernung von einander gebracht ſind. Dadurch erhält man mehr Leichtigkeit, auf jede derſelben beſonders zu wirken, indem man ſie durch Schirme von Pappe, mit Goldpapier überzogen, trennt. Die Empfindlichkeit dieſes Inſtrumentes hängt von der Dicke der Kugeln und der Kleinheit der Röhre, ſo wie der Dünne des Glaſes ab. Sie kann ſo bedeutend ſeyn, daß die bloße Wärme der, in zwey bis drey Meter Entfernung hingehaltenen Hand hinreicht, die flüſſige Blaſe nach der andern Kugel um ein ſehr merkliches fortbewegen zu laſſen. Iſt dagegen der dargebotene Körper kälter als die Kugel, der man ihn nähert, ſo bewegt ſich die Blaſe gegen dieſen zurück.

M. ſ. praktiſches Handwörterbuch der Chemie von Ure. Artikel: Thermometer. Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XL. S. 200 ff. Berzelius Jahresbericht. Erſter Jahrgang. Tübing. 1822. 8. S. 16 ff. Lehrbuch der Experimental-Phyſik v. Biot. Th. I. S. 148. Th. IV. S. 243 f. Kurzer Bericht von Verſuchen und Inſtrumenten ꝛc. von John Leslie überſ. von A. W. Brandes. Leipzig 1823. kl. 8. S. 52 f.

Thermometergraph (Zuſ. z. S. 731. Th. VI.). Ein anderes Inſtrument dieſer Art hat Herr Bonafous angegeben. Es beſteht daſſelbe aus einer Glasröhre,

deren Durchmeſſer etwa das Dreyfache einer gewöhnlichen Thermometerröhre beträgt; ihre Länge ſteht im Verhältniß zu den Temperaturgraden, welche man meſſen will. In der Mitte iſt die Röhre gebogen, ſo daß ſie zwey parallele Arme bildet, von welchen einer in eine verlängerte vertikale, hermetiſch verſchloſſene, Kugel ausläuft, der andere aber in ein cylindriſches Gefäß von demſelben Durchmeſſer wie die Kugel, jedoch nach unten gekehrt und etwa ¼ ſo lang als die ganze Röhre. Jeder Arm iſt beynahe bis zur Hälfte mit Queckſilber angefüllt, über welchem ſo viel Alkohol ſchwimmt, daß der übrige Raum und der Cylinder ebenfalls erfüllt ſind, die Kugel aber bleibt bey mäßiger Temperatur leer. Auf dem Queckſilber ruht in jedem Arm ein ſehr dünnes ½ Zoll langes Glasröhrchen, das unten auf einer Scheibe vom ſchwarzen Email aufſitzt. In dieſem Röhrchen iſt eine Stahlnadel und an beyden Enden der Röhre wird ein Haar befeſtigt, deſſen beyde Enden an der Röhre der Länge nach hinlaufen. So können die innern Röhrchen durch das Queckſilber in die Höhe gehoben werden, und wenn ſie herabſinken, ſo bleiben ſie vermöge der Elaſticität des Haars an der Wand der äußern Röhre hangen. Die untere Spitze der Nadeln zeigt die Temperaturgrade an, die auf einer Platte an jeder Seite der Röhre, aber verkehrt, angemerkt ſind. Die Vortheile dieſes Inſtruments ſind: 1. es giebt während der Abweſenheit des Beobachters das Maximum und Minimum der Temperatur an, wozu man ſonſt zweyer Thermometer braucht, 2. bleibt es immer in vertikaler Lage.

Titan (Zuſ. z. S. 123.). Dieſes Metall iſt in Anſehung ſeiner Eigenſchaften unter allen übrigen Metallen am wenigſten unterſucht. Es hat ſeine großen Schwierigkeiten ganz reines Titanoxyd zu erhalten. **Laugier** glaubte ein ſolches durch Behandlung mit Kleeſäure zu gewinnen. Herr Prof. **Lampadius** bereitete ſich Titanoxyd durch Zerſetzung des galläpfelſauren Titans mit feuerbeſtändigem Alkali, und war in der

Meinung, aus dieſem Oxyde die Reduction des Titanmetalls mit Hülfe der Holzkohle bewirkt zu haben. Es hatte dieſes Metall eine dunkele Kupferfarbe mit vielem Metallglanz, war ſpröde und in kleinen Schuppen beträchtlich elaſtiſch. In der Luft verlor es ſeinen Glanz und ward durch Hitze leicht oxydirt; dann erhielt es ein bläuliches Anſehen. Auch gelang es dem Herrn Prof. Roſe zu Berlin, durch Behandlung der Titanſäure mit Schwefelkohlenſtoff, Schwefel-Titan darzuſtellen. Sonſt bemerkten aber die Herrn Stodart und Faraday, daß wohl ſchwerlich eine vollkommene Reduktion des Titaniums bewirkt worden ſey. Indeſſen wollte doch der Herr W. H. Wollaſton wirklich metalliſches Titan in Form kleiner Würfel in Eiſenſchlacken aufgefunden haben.

Uebrigens wird das Titanoxyd zur braunen oder gelben Malerey auf Porzellan gebraucht.

Ton (Zuſ. z. S. 125. Th. V). Durch die intereſſanten Entdeckungen des Herrn Chladni wurden die Verfahrungsarten bekannt, die Schwingungsarten in den feſten Körpern auszumitteln und kennbar zu machen. Nach Chladni's Unterſuchungen können gerade feſte Stäbe, z. B. aus Stahl, Glas u. dgl. wie die Saiten, transverſal und longitudinal ſchwingen, und man findet dabey, daß die Geſetze der transverſalen Schwingungen der ſtarren Körper von denen der Saiten gar ſehr abweichen, weil in letztern die Spannung nur nach der Längenrichtung wirkt, dagegen in den feſten Platten und im Allgemeinen in den ſtarren Flächen die Spannkraft auf die Krümmung ſelbſt wirkt. Was die transverſalen Schwingungsarten betrifft, ſo kann nach Chladni ein feſter Stab in ſechs Fällen verſchiedene Progreſſionen annehmen: 1) wo ein Ende des Stabes feſt, das andere ganz frey iſt; in dieſem Falle verhält ſich der erſte (tiefſte) Ton zum zweyten, wie das Quadrat von 2 zum Quadrat von 5, oder wie 4:25. Von der zweyten Schwingungsart angerechnet, verhalten ſich die Töne, wie die Quadrate von 3,

5, 7, 9 u. ſ. f.; 2) und 3) wo ein Ende des Stabes an einen feſten Gegenſtand angeſtemmt, das andere ganz frey iſt, imgleichen, wo ein Ende des Stabes ganz feſt und das andere nur angeſtemmt iſt; in dieſen Fällen kommt die Folge der Töne mit den Quadraten der Zahlen 5, 9, 13, 17, 21 u. ſ. f. überein: 4) und 5) wo beyde Enden des Stabes frey, imgleichen, ſo wie beyde feſt ſind; in dieſem Falle kommt die Reihenfolge der Töne mit den Quadraten der Zahlen 3, 5, 7, 9, 11 u ſ. f. überein: 6) wenn beyde Enden angeſtemmt ſind; hier kommt die Folge der Töne mit den Quadraten der natürlichen Zahlen 1, 2, 3, 4, 5 u. ſ. f. überein. Um dieſe verſchiedenen Schwingungsarten der feſten Stäbe anſchaulich zu machen, verfährt man auf folgende Art: Soll ein Ende des Stabes unveränderlich feſt ſeyn, ſo ſpannt man es in einen Schraubenſtock feſt ein; ſoll es ſich aber blos gegen einen Widerſtand ſtemmen, ſo druckt man es gegen eine feſte Fläche an. Um nun einen Stab in Schwingungen zu verſetzen, reibt man ihn der Quere nach mit einem, leicht mit Colophonium beſtrichenen, Bogen; will man ferner zugleich Schwingungsknoten, wie bey den Saiten, hervorbringen, ſo bringt man dies zu Stande, wenn man auf einem der Punkte, welche in Ruhe bleiben ſollen, leicht mit der Kante eines feſten Körpers druckt. Reihet man alsdann an den cylindriſchen Stäben kleine Ringe von ganz dünnem und leichten Papier, ſo bewegen ſich dieſe nach den Schwingungsknoten hin, wo gar keine Bewegung Statt hat.

Vergleicht man Stäbe aus einer und derſelben Materie unter einander, welche ſich blos in ihrer Dicke und Länge unterſcheiden, ſo verhält ſich die Schwingungszahl bey gleicher Schwingungsart gerade wie die Dicke derſelben und umgekehrt, wie die Quadrate ihrer Längen. Sind die Längen einander gleich, ſo verhalten ſich die Schwingungszahlen wie die Dicke, und es müſſen folglich die dickſten Stäbe die höchſten Töne geben. In Stäben von einerley Materie und ähnlicher Geſtalt, welche

ſich folglich in der Dicke zu einander eben ſo, wie in der Länge, verhalten, ſtehen die Zahlen, welche die Töne ausdrucken, im umgekehrten Verhältniſſe ihrer ähnlichen Dimenſionen; mithin im umgekehrten Verhältniſſe der Cubikwurzeln der Gewichte, weil ſich hier die Gewichte, wie die Würfel der Dimenſionen verhalten.

Die geraden elaſtiſchen Stäbe können ebenfalls, wie die Saiten, nach der Richtung ihrer Länge ſchwingen. Um vermittelſt dieſer Schwingungsart die Töne in der größtmöglichſten Stärke hervorzubringen, muß man den Stab zwiſchen den Fingern feſt halten, mit einem Stücke feuchten Tuches umgeben, und damit der Länge nach reiben. Hiezu wird erfordert, ihn noch an irgend einem andern Punkt der Unterſtützungen halber zu berühren; die Stelle, wo dies geſchieht, wird zu einem Schwingungsknoten. Die verſchiedenen Unterabtheilungen dieſes Stabes in aliquote Theile geſchieht auf dieſelbe Art, wie bey den Saiten, indem man einen oder mehrere Punkte, die unbeweglich bleiben ſollen, berührt, und das Reiben um die Mitte eines der in Schwingung zu verſetzenden Theile unternimmt. Die Zahlwerthe der Töne folgen der nämlichen Reihe als die der Längenſchwingungen der Saiten, d. h. ſie ſtehen im umgekehrten Verhältniſſe mit den Längen; und die Höhe der Töne iſt ebenfalls ſehr bedeutend im Verhältniß zu der, welche transverſale Schwingungen bey gleichen Längen hervorbringen; daher wird erforderlich, ſehr lange Stäbe anzuwenden, um ſie noch vornehmlich zu erhalten. Der erſte und tiefſte Ton wird hervorgebracht, wenn man den Stab in ſeiner Mitte zwiſchen den Fingern faßt, und eine ſeiner Hälften nach dem freyen Ende zu reibt. Bezeichnet man die Schwingungszahl für dieſen erſten Ton mit 1, ſo werden die Schwingungsarten für alle übrige Töne, welche ſich durch denſelben Stab hervorbringen laſſen: 1, 2, 3, 4, 5 . . n, ſo daß, wenn der erſte Ton C iſt, die andern ſeyn werden c, g, $\bar{c}$, $\bar{e}$, $\bar{\bar{c}}$. Dieſe

Tonfolge hat jedoch der Stab nur, wenn er ganz frey, oder an beyden Enden befeſtigt, longitudinal ſchwingt; außerdem kann er aber auch noch, an beyden Enden befeſtigt, in Längenſchwingungen verſetzt werden, wenn man ihn der Länge nach in einer nicht allzu großen Entfernung von dem freyen Ende ſtreicht; in dieſem Falle verhält ſich die Reihenfolge der Töne, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9 u. ſ. f.

Beym elaſtiſchen feſten Stabe ſowohl, als bey der Saite, wenn beyde cylindriſch ſind, kann man ſich die Vorſtellung machen, daß die Longitudinalbewegung erſt bloß einem Durchſchnitte eingepflanzt würde, welcher ihn dann zu allen übrigen fortpflanzte, vermöge ſeiner elaſtiſchen Gegenwirkung, welche ihn nach ſeinem Ruhepunkt zurückführt. Nach dieſer Vorſtellungsart kann, wenn der Stab, oder die Saite, beyde vollkommen cylindriſch ſind, ihre Dicke keinen Einfluß auf die Töne haben, welche ſie durch ihre Längenſchwingungen hervorbringen, indem es ſich von ſelbſt zu verſtehen ſcheint, daß alle Theile ein und deſſelben Durchſchnitts ſich zugleich und einander parallel bey jeder Schwingung bewegen müſſen. Auch beſtätigt die Erfahrung wirklich die Unabhängigkeit der Töne von der Dicke der Stäbe. Nach der Bemerkung des Herrn Savart aber ſcheint der Parallelismus der Durchſchnitte nicht Statt zu finden, wenigſtens nicht innerhalb der Grenzen der Dicke, welche die Stäbe haben müſſen, wenn ſie noch ſtarr ſeyn ſollen. Dies ſchienen die Zahl und die Anordnung der Knotenlinien anzudeuten, die ſich auf ihrer Oberfläche bildeten, indem Sand auf ſie geſtreuet wurde; denn dieſe Linien entſprachen keinesweges denen, welche der Parallelismus der Durchſchnitte, auf die Reihenfolge der Töne angewandt, ergeben würde.

Nach Savart giebt es unter allen Arten von Längenſchwingungen, in welche ein und derſelbe Stab gerathen kann, eine die man die freywillige nennen könnte, weil ſie jeder Stab gleichſam freywillig annimmt. Si-

wird auf folgende Art hervorgebracht: man faßt den Stab in ſeiner Mitte mit den Fingern ganz leicht, und ſchlägt mit einem harten Körper denſelben an den Enden in ſeiner Längenrichtung. Iſt nun vorher auf denſelben Sand geſtreuet worden, ſo bildet ſich eine gewiſſe Reihe von Knoten, die bey jedem Stabe ſich immer gleich bleibt, man mag an das eine oder das andere Ende deſſelben ſchlagen. Aber, was noch bemerkenswerther iſt, kehrt man den Stab um, ſo daß die untere Fläche oben kommt, beſtreuet dieſe mit neuem Sande und ſchlägt wiederum an ein Ende deſſelben an, ſo ordnet ſich zwar der Sand abermals auf eine beſtimmte und für beyde geſchlagene Enden gleich bleibende Weiſe an; allein die Vertheilung der Knotenlinien wird eine ganz andere, als für die erſte Oberfläche ſeyn. Dies findet Statt, der geſchlagene Streifen mag von Glas, Holz, Metall, oder ſonſt einem andern feſten Stoff beſtehen. Ferner, wenn ſeine Dicke wenigſtens 2 bis 3 Millimeter beträgt, ſo wechſeln die Knotenlinien auf beyden Oberflächen ab, ſo daß die eine auf der einen Oberfläche befindliche, Knotenlinie jedesmal der Mitte eines ſchwingenden Theils der andern gegenüber liegt. Es ſcheint hiernach, als ob in ſolchen Streifen, ungeachtet ſie uns in allen Stücken homogen erſcheinen, doch eine Ungleichartigkeit der beyden Oberflächen Statt fände, ſo daß ſie gewiſſer Maaßen eine Vorder- und eine Kehrſeite hätten, welche durch die verſchiedene Art, wie ſie ſich abtheilen, bemerklich werden.

Herrn Savart war es nun vorzüglich darum zu thun, die Verbindungen, welche die auf den Gegenflächen eines und deſſelben Streifens ſich bildenden Knotenlinien verknüpft, näher kennen zu lernen, und wiederholte daher ſeine Verſuche mit Streifen, deren Breite und Dicke verſtatteten, die Geſtalt der Knotenlinien auf jeder ihrer vier Seitenflächen ſucceſſiv zu unterſuchen, indem er ſie ſämmtlich derſelben Art der Längenſchwingungen unterwarf. Zu dieſem Ende befeſtigte er an eins

der Enden des Streifens ein dünnes, einige Decimeter langes, Glasſtäbchen, durch deſſen Reibung die Schwingung erregt wurde. Die Richtung der Knotenlinien, welche ſich bey Erſchütterung des Streifens auf den vier Seitenflächen bildeten, zeichnete er auf, und bemerkte dabey, daß ſie in einander überliefen, ſo daß ſie um jeden Streifen eine Spirallinie bildeten. Die Richtung ihrer Windungen und der Zwiſchenraum zwiſchen denſelben bleibt ſich in jedem Streifen für ein und denſelben Ton gleich; ändert ſich aber in dem Maße, als man die verſchiedenen Töne nach einander hervorbringt, deren der Streifen fähig iſt. Dieſe Art, die Erſchütterung durch ein längliches Stäbchen mitzutheilen, iſt von ſo großer Wirkung, daß eine einfache Glasröhre hinreicht, die ganze Maſſe eines ſehr dicken Balkens in Schwingungsbewegung zu verſetzen, und augenblicklich Knotenlinien darauf hervorzubringen. Man braucht nur die Glasröhre bis zu einer Tiefe von einigen Centimetern in eine Oeffnung von ungefähr dem nämlichen Durchmeſſer, die an dem einen Ende des Balkens angebracht iſt, zu ſtecken, und mit Siegellack ſo darin zu befeſtigen, daß ſie an ſeiner Maſſe hinreichende Feſtigkeit hat. **Savart** hat ſogar dieſe ſo wirkende Verfahrungsweiſe auf einen Papierſtreifen anwendbar gemacht, und ſo auch hier den Gegenſatz der Knotenlinien auf den beyden Oberflächen zu Stande gebracht. Zu dieſer Abſicht ſpannte **Savart** einen Papierſtreifen ſo aus, daß er ſeine beyden Enden auf zwey Brettchen von Fichtenholz leimte, welche mit einander parallel und ſenkrecht auf ein Brett von feſterer Beſchaffenheit befeſtigt waren. Um ihn in die nöthigen Schwingungen zu verſetzen, ſtrich er mit einem Bogen über das Ende eines der Seitenbretter, an welche der Papierſtreifen geleimt war. Glückte es ihm, einen reinen Ton daraus hervorzulocken, ſo ordnete ſich, der auf dem Streifen geſtreuete, Sand ſogleich in Knotenlinien an, welche auf beyden Oberflächen deſſelben eine entgegengeſetzte Richtung hatte, wie er ſich

überzeugte, wenn er den Verſuch mit demſelben noch einmal wiederholte, nachdem er ihn zuvor nur ſo umgekehrt hatte, daß der Papierſtreifen gegen die Erdoberfläche die umgekehrte Lage annahm. Damit dieſe Erſcheinung beſſer in die Augen fällt, iſt es ſehr zweckmäßig, daß der Sand, welcher immer ſehr fein und trocken genommen werden muß, eine andere Farbe, als der Papierſtreifen, beſitze. Auch darf man von demſelben nur ſehr wenig auf den Papierſtreifen ſtreuen, wenn der Verſuch gut gelingen ſoll.

Durch die merkwürdigen Schwingungen elaſtiſcher Glasſtreifen von ſechs Fuß Länge, welche Herr Savart bey ſeinen Verſuchen beobachtet hatte, wurde Herr Biot *) auf den Gedanken geleitet, ob nicht durch den Zuſtand innerlicher Bewegung die Theilchen des Glaſes in Lagen verſetzt würden, welche ſie fähig machten, auf das polariſirte Licht nach Art der Körper zu wirken, deren Struktur zwar nicht regelmäßig, aber doch ſo beſchaffen iſt, daß zwiſchen den Theilchen derſelben irgend eine gegenſeitige Abhängigkeit bedingt iſt. Er ließ daher einen dicken Bündel polariſirten Lichtes auf ein ſchwarzes ſo geſtelltes Glas fallen, daß an demſelben keine Zurückwerfung Statt finden konnte, und unterſuchte nun den gegenwärtigen Zuſtand der Structur des Glasſtreifens, indem er dieſen Strahlenbündel durch denſelben hindurchgehen ließ, und beobachtete, ob er ihn modificire. Es zeigten ſich einige Spuren von Farben, welche denen der erſten farbigen Ringe in Newton's Tafel entſprachen, und durch ihre Anordnung denen analog ſchienen, welche man in Glasſtreifen gewahr wird, die nach ſtarkem Erhitzen plötzlich erkaltet ſind. Sie waren am merkbarſten in der Mitte der Länge des Glasſtreifen, man mochte das polariſirte Licht durch denſelben nach der Dicke oder nach der Breite hindurchgehen laſſen, und wurden zu beyden Seiten der Mitte ſchnell

---

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXV. S. 26 ff.

ſchwächer, ſo daß ſie nach den Enden zu faſt ganz fehl'ten. Hielt man dagegen den Glasſtreifen in der Mitte feſt, ließ den polariſirten Lichtbündel durch die eine Hälfte deſſelben nach der Dicke hindurchgehen, und ſtrich die andere Hälfte des Streifen mit einem feuchten Lappen, ſo daß der Streifen in Längenſchwingungen gerieth, ſo ſah man jedes Mal, wenn der Längenton losbrach, einen hellen Bliß weißen Lichtes auf der Oberfläche des abſorbirenden ſchwarzen Glaſes glänzen; ein Beweis, daß in der Richtung der Polariſirung eine Veränderung bewirkt worden war. Je voller und ſtärker dieſer Ton bey unveränderter Höhe war, deſto heller glänzte das Licht und ſobald er gehört zu werden aufhörte, erſchien das ganze abſorbirende Glas wieder dunkel, wie vorher; ein Zeichen, daß dann alſo die Polariſation wieder in ihrer urſprünglichen Richtung vor ſich ging. Als der polariſirte Lichtbündel durch die eine Hälfte des Glasſtreifens nach der Breite, welche 13 Linien betrug, hindurchgelaſſen wurde, erſchienen ſogleich die ſchmalen farbigen Linien, welche den erſten Ordnungen der farbigen Ringe analog ſind, nach der Länge des Glasſtreifen, modificirten hier lebhaft die urſprünglichen farbigen Streifen, und gaben nicht mehr blos das bläuliche Weiß der erſten Ordnung, ſondern gingen bis zur Orangefarbe herab.

Herr Biot hat die auf dieſe Weiſe erzeugten Wirkungen bey den erſten drey Tönen beobachtet, welche dem Streifen zu Folge waren: das 5 geſtrichene f, das 6 geſtrichene f und das 7 geſtrichene c, vorausgeſetzt, daß man unter C das einer 8 füßigen ungedeckten Orgelpfeiſe verſteht. Und dies entſpricht vermöge der Länge des Streifens der von Chladni angegebenen Geſchwindigkeit, mit der ſich der Schall durchs Glas fortpflanzt, ſo wie auch der Reihe von Tönen, welche derſelbe für die Längenſchwingungen eines an beyden Enden freyen Stabes angegeben hat. Jede dieſer drey Arten des Schwingens erzeugte die angegebenen ähnlichen Wirkungen in Hinſicht des Lichtes, nur daß bey dem dritten Tone ein hellerer

Bliß als bey den beyden erſten Tönen entſtand, weil vielleicht die ihn erzeugenden Schwingungen regelmäßiger und dauernder waren. Uebrigens wurde bey allen dieſen Tönen in dem Abſtande von ungefähr $3\frac{1}{2}$ Zoll von dem Ende des Glasſtreifens, das Wiederſcheinen des Lichtes ſehr ſchwach, und an den Enden ſelbſt erſchien es gar nicht.

Ueber die Mittheilung der Schwingungsbewegungen hat vor allen andern Herr Savart ſehr befriedigende Aufſchlüſſe gegeben. Um ſich zu belehren, von welcher Art die Bewegung iſt, die dem Reſonanzboden, ſey es durch eine über ihn hinweggeſpannte Saite, oder auch durch einen darauf geſetzten ſchwingenden Körper, wie die Stimmgabel mitgetheilt wird, ſtellte er folgenden Verſuch an: Ueber ein recht dickes hölzernes Lineal ſpannte er eine Violinſaite, die er über einen hölzernen Steg gleich der gewöhnlichen Violinen gehen ließ; anſtatt aber die Füße dieſes Steges auf das Brett ſelbſt aufzuſetzen, auf welchem die Anheftungspunkte der Saiten befindlich waren, ließ er ſie von einer runden Bleyſcheibe tragen, deren untere Fläche vom Brett durch zwey kleine Klötzchen von Kork oder Holz geſchieden war. Nach ſo getroffener Anordnung ſtreuete er feinen und trockenen Sand auf die Scheibe, und lockte durch Streichen mit einem Bogen einen Ton aus der Saite hervor. Sogleich gerieth der Sand in Bewegung, wie bey Chladni's Verſuchen, und ordnete ſich eben ſo in eine beſtimmte Klangfigur. Aenderte er den Ton der Saite durch größere Spannung oder durch Nachlaſſung derſelben, ſo änderte ſich auch die Klangfigur, und ſelbſt bey den geringſten Abänderungen in der Tonhöhe traten entſprechende Aenderungen in den Klangfiguren ein. Bey dieſem Verſuche geräth daher die Oberfläche der Metallſcheibe, auf welcher der Steg ruhet, ganz und gar in Bewegung durch den Einfluß, den ſie durch die Pulſationen des letztern erfährt; und ihre Bewegung muß hiebey dieſelben Perioden als dieſe Pulſationen halten; die Knotenlinien, welche ſich auf ihrer Oberfläche bilden, ſind in

jedem Falle ſolche, durch welche ſie auf die, zu der Schwingungsart, der ſie ſich anpaſſen muß, erforderliche Art abgetheilt wird. So erfolgen ihre Excurſionen ſynchroniſtiſch mit denen der Saite, von welcher ihre Bewegung durch Mittheilung urſprünglich vermittelt wird; und wahrſcheinlich findet umgekehrt ein rückwirkender Einfluß auf die Saite durch die Schwingungsart Statt, in welche nicht nur die Scheibe, ſondern auch das hölzerne Lineal, worauf ſie ruht, und ſelbſt die Unterlagen, die das Ganze unterſtützen, gerathen. Die Saite, die Scheibe, das Lineal und die Unterlagen ſtellen auf dieſe Art ein, ein Ganzes ausmachendes, Syſtem dar, deſſen Schwingungen unter einander zuſammenſtimmen, obwohl ſie auf verſchiedene Art vor ſich gehen. Die Höhe oder Tiefe des Tones, den dieſes Syſtem von ſich giebt, und welcher von der Schnelligkeit, mit der es ſeine Schwingungen vollbringt, abhängt, wird urſprünglich durch die der Saite ertheilte Spannung beſtimmt, und ſeine Intenſität hängt von der Summe der Impulſe ab, welche der umgebenden Luft durch alle ſchwingenden Theile des Syſtems eingepflanzt werden.

Auch hat Savart auf eine befriedigende Art den Mechanismus, wodurch die der Saite durch den Bogen unmittelbar ertheilte urſprüngliche Erſchütterung ſich zum Steg und von da zur Scheibe fortpflanzt, durch die beyden folgenden Verſuche dargelegt. Auf eine feſte Unterlage PP′ (Fig. 29.) befeſtigte er ſenkrecht zwey fichtene Brettchen SP und S′P′, verband am obern Ende des Brettchens S′P′ mit einem andern Brettchen S′C parallel mit der Unterlage P′P, das aber kürzer als dieſe war, und brachte endlich daſſelbe durch eine Violinſaite, die von C bis nach S ausgeſpannt war, mit dem Brettchen PS in Verbindung. Nachdem er nun dies Brettchen S′C mit feinem und trockenem Sande beſtreuet hatte, ſtrich er die Saite CS mit einem Bogen, dem er nach und nach verſchiedene Richtungen gegen die Oberfläche des Brettchens gab. Dieſe Verſchiedenheit, welche

die Tonhöhe des Syſtems ungeändert ließ, brachte verſchiedene Knotenlinien auf dem Brettchen CS′ hervor. Ward der Bogen parallel mit der Oberfläche des Brettchens bewegt, ſo zeigte dieſe Bewegungsart des Sandes, daß ſeine Schwingungen tangential waren; auch hatten die Knotenlinien die dieſer Schwingungsart zukommende Geſtalt, und waren auf beyden entgegengeſetzten Flächen diſſymmetriſch. In dem Maaße als der Bogen geneigt ward, änderte ſich auch ihre Geſtalt; hatte er endlich eine auf die Oberfläche des Brettchens ſenkrechte Richtung angenommen, ſo deutete die Bewegung des Sandes auf eine ganz normale Schwingungsart, auch waren die Knotenlinien ſo beſchaffen, wie ſie bey einer ſolchen Schwingungsart ſeyn müſſen, und entſprachen ſich genau auf den beyden Gegenflächen des Brettchens. Es zeigt alles dies daher aufs deutlichſte, daß die Saite den Theilchen des Brettchens in C die nämliche Richtung der Bewegung eingepflanzt, nach welcher ſie ſelbſt ſchwingt; daß dieſe Theilchen ſie zunächſt ihren benachbarten mittheilen, dieſe wieder andern, und ſofort durch das ganze Brettchen hindurch mit Beybehaltung immer der nämlichen Richtung.

Dieſes wichtige Reſultat erhielt ſeine Beſtätigung auch noch durch einen anderen Verſuch Savart's welchen die Fig. 30. erläutert: PP′ war auch hier ein feſter Träger, an welchen, wie vorhin, zwey fichtene Brettchen PS und P′P′ in ſenkrechter Richtung befeſtigt ſind. Die Enden S, S′ dieſer beyden Brettchen waren aber durch eine Violinſaite verbunden, welche durch die Mitte einer kreisförmigen Holzſcheibe AA′ ging, die an der Mitte der Saite durch bloße Reibung feſtgehalten wurde. Man hilt den Apparat ſo, daß die Saite vertikal, die Scheibe horizontal war, beſtreute letztern mit feinem und trockenem Sande, und ſtrich die Saite der Quere nach mit einem Violinbogen. Sogleich zeigte ſich durch die Bewegung des Sandes auf der Scheibe und durch die Geſtalt der Knotenlinien, daß in der Scheibe

längenſchwingungen Statt hatten. Auch ſonſt war immer die Richtung der Bewegungen des Sandes der Richtung der Bewegungen des Bogens parallel, und die conſtante Klangfigur, welche ſich auf der Scheibe bildete, änderte ſich zugleich mit der Richtung ab, welches ganz auf dieſelben Geſetze der Mittheilung hinwieß, die durch den erſten Verſuch angedeutet worden waren.

Dieſe Totalſchwingung, in welche Scheiben und Streifen aus feſter Materie in Folge mitgetheilter Bewegung gerathen, gab Herrn Savart den Aufſchluß über die Erſchütterungsart, in welche die Reſonanzboden der muſikaliſchen Inſtrumente durch den Einfluß der über ſie geſpannten Saiten gerathen. Dieſe Reſonanzboden ſchwingen hienach auch nach Art der Scheiben, d. h. indem ſie ſich in verſchiedene ſchwingende Theile abtheilen, die durch den Ton, den ſie hervorbringen müſſen, beſtimmt ſind, und deren Größe und Geſtalt von der Geſtalt des Reſonanzbodens und dem Grade der Elaſticität, mit dem ſeine verſchiedenen Theile begabt ſind, abhängt. Dieſe Reſultate hat Savart an einer Violine aus ebenen Holztafeln aufs entſcheidendſte dargethan, auf welche er feinen und trockenen Sand ſtreuete. Strich er nämlich eine der darüber geſpannten Saiten mit einem Bogen, ſo erzitterten die Tafeln ſogleich in ihrer ganzen Ausdehnung, und theilten ſich von freyen Stücken in verſchiedene Theile ab, welche durch Knotenlinien getrennt waren, nach welchen der Sand hinfloh, und deren Geſtalt ſich mit der Höhe des Tones, den die Saite gab, abänderte. Hieraus erhellet, von welchem großen Einfluſſe die glückliche Wahl des Holzes mit beweglichen und leicht erregbaren Faſern auf die Güte muſikaliſcher Inſtrumente ſeyn müſſe; allein nur durch die Erfahrung kann man ſich von dieſen Eigenſchaften verſichern. Im Allgemeinen hat man klingende, trockene, elaſtiſche, recht gleich gefaſerte Holzarten zu wählen und durch ähnliche Verſuche, als die hier beſchriebenen, zu prüfen, ob ſie in allen ihren Theilen gleichförmig klingend ſind. Und

nach allen dieſen muß man noch geeignete Saiten für das Inſtrument aufſuchen, indem manche Saite ſchlecht auf einer Violine klingt, die einen guten Ton auf einer andern giebt. Auch ſcheinen die Reſonanztafeln an Vollkommenheit mit der Zeit zu gewinnen.

Die Mittheilung der Schwingungen bey den muſikaliſchen Inſtrumenten geſchieht nicht allein auf unmittelbarem Wege von den erſchütternden Saiten zu den Tafeln, an welche man ſie befeſtigt, ſondern ſie erfolgt auch durch alle Zwiſchenkörper hindurch, welche mit dem Inſtrument ſelbſt ein Ganzes ausmachen. Auch dies hat Savart durch eine Menge ſinnreicher Verſuche vollkommen dargethan. Man nehme z. B. zwey kreisförmige Scheiben von Holz von gleichen Dimenſionen und von derſelben Beſchaffenheit, ſo daß beyde den nämlichen Ton durch dieſelbe Schwingungsart hervorbringen, wenn ſie, jede für ſich, erſchüttert werden. Man verbinde beyde Scheiben mit einander durch ein, in ihrer Mitte und ſenkrecht auf ihre Ebene mit etwas Siegellack oder feſtem Maſtix zu befeſtigendes Holzſtäbchen, faſſe dieſes Stäbchen mit den Fingern, ſo daß beyde Scheiben horizontal werden, beſtreue ihre obern Flächen mit feinem und trockenem Sande, und verſetze nun eine derſelben in Schwingung, indem man ihren Rand mit einem Violinbogen ſtreicht. Die geſtrichene Scheibe theilt ſich auf eine gewiſſe Art ab, welche von dem Ton, den ſie giebt, abhängt, und durch den Sand bemerklich gemacht wird, der ſich auf den Knotenlinien ſammelt. Die andere Scheibe nun, welche nicht unmittelbar erſchüttert wurde, und blos durch den verbundenen Stiel eine Bewegung mitgetheilt erhalten konnte, theilt ſich ebenfalls von freyen Stücken und auf die nämliche Art, als die erſte Scheibe, ab, wie ſich aus der Anordnung des Sandes, auf ihrer Oberfläche ergiebt: und wenn ſie, anſtatt mit der erſtern für ſich gleichtönend zu ſeyn, von ihr im Durchmeſſer oder der Dicke abweicht, ſo nimmt ſie, in Hinſicht auf die Verſchiedenheit dieſer Elemente, eine ſolche Un-

tereintheilungsart an, daß ſie doch noch den nämlichen Ton giebt. Savart fand, daß ſich dieſe Fortpflanzung nicht blos auf zwey Scheiben, und einen einzigen Stiel, beſchränkt, ſondern eben ſo durch eine beliebige Anzahl untereinander angebrachter Scheiben und Stiele hindurch Statt fand. Die urſprünglich einer einzigen eingepflanzte Schwingungsbewegung pflanzt ſich zu allen andern mit derſelben Leichtigkeit fort.

Savart nahm hiebey folgenden merkwürdigen Umſtand wahr, daß nämlich die Töne eines ſolchen Syſtems von Scheiben etwas von dem Tone abweichen, welchen jede einzelne Scheibe geben würde, wenn ſie für ſich auf die nämliche Art ſchwänge; er fand, daß eine ſolche Modification der zugehörigen Töne überhaupt bey der Bewegung der Körper, die durch ihre Verbindung zugleich zu ſchwingen genöthigt ſind, Statt hat.

Auch wieß Savart durch Verſuche nach, daß dieſe Mittheilung der Bewegung unter den verſchiedenen Körpern, welche zuſammen ein Syſtem von feſter Maſſe bilden, bald durch transverſale bald durch longitudinale Schwingungen erfolgt. Es beſtehe z. B. ein Syſtem ſolcher feſter Maſſen aus einer beliebigen Anzahl flacher Glasſtäbe, welche rechtwinklicht über einander, mithin unter ſich parallel, angeordnet, und unter einander verbunden ſind. Setzt man nun den erſten Stab in Schwingung, entweder transverſal oder longitudinal, ſo wird die Bewegung durch ſucceſſive Mittheilung zu allen andern Stäben fortgepflanzt, ſo daß ſie immer abwechſelnd in denſelben als transverſale oder longitudinale Schwingungsart ſich zeigt. Wird z. B. der erſte Stab des Syſtems der Quere nach mittelſt eines Bogens erſchüttert, ſo kommt er in transverſale Schwingungen, welche mithin nach der Längenrichtung des zweyten auf den erſten ſenkrecht aufgeſetzten Stabes vorgehen, und, indem ſie an ſein Ende gelangen, dieſelbe Wirkung auf ihn ausüben, welche ein feſter Cylinder, der ihn nach ſeiner Länge an dem Ende ſtieße, hervorbringen würde;

d. h. ſie verſetzen ihn in longitudinale Schwingungen. Gelangen nun dieſe zum dritten Stabe, ſo treffen ſie ihn in einer, auf ſeiner Länge ſenkrechten Richtung, und beſtimmen ihn dadurch zu einer transverſalen Bewegung, welche wiederum den folgenden Stab longitudinal erſchüttert u. ſ. f. Würde dagegen der erſte Stab longitudinal erſchüttert, ſo würde nach demſelben Geſetze der mit ſich parallelen Fortpflanzung, der zweyte Stab in transverſale, der dritte in longitudinale Schwingung gerathen, und ſo abwechſelnd fort. Dieſe ſucceſſiv eintretenden relativen Umwandlungen der Bewegungen erfolgen mit vollkommener Regelmäßigkeit und einmal wie das andere; denn bildet man ein Syſtem, in welchen alle Stäbe, die auf der Stufe der ungeraden Zahlen in der Reihenfolge ſtehen, ſo wie alle, die Stufen der geraden einnehmende, unter ſich dem Stoff und der Dimenſionen nach gleich, obwohl die eine dieſer Reihen von der andern verſchieden iſt, ſo ergiebt ſich aus der Anſicht der Knotenlinien und der Bewegungen, die der Sand annimmt, daß alle Stäbe einer und derſelben Reihe genau die nämliche Schwingungsart annehmen und mithin den nämlichen Ton geben. Uebrigens müſſen nach dem vorigen diejenigen dieſer Stäbe, welche in Longitudinalſchwingungen gerathen, vermöge der Art ihrer Bewegung, auf ihren beyden Flächen ungleich angeordnete Knotenlinien zeigen, welches auch die Erfahrung ſattſam beſtätigt.

Dieſer Verſuch des Herrn Savart zeigt ganz deutlich, daß die Schwingungsbewegung durch die ſucceſſiven Umwandlungen, welche ſie erfährt, in ihrer urſprünglich Periodicität nicht abgeändert wird. Hieraus fließt unmittelbar eine ſehr ſchwierige mechaniſche Aufgabe; nämlich zu zeigen, wie die Longitudinalſchwingungen, welche in frey ſchwingenden Streifen im Allgemeinen ohne Vergleich geſchwinder erfolgen als die transverſalen bey gleichen Längen der Streifen, ſich doch unter dieſen Umſtänden ſo modificiren können, daß die ſecundairen

Erſchütterungen, welche ſie hervorbringen, die für die transverſale Bewegung erforderliche Langſamkeit beſitzen, welche durch die Beſchaffenheit des entſtehenden Tons beurkundet wird, und wie umgekehrt die transverſalen Schwingungen ſich ſo modificiren können, daß ſie durch ihren Stoß die, den Longitudinalſchwingungen zukommende Schnelligkeit wieder erzeugen? Das einzige Mittel ſcheint die Anſicht der Knotenlinien zu ſeyn, wodurch man wenigſtens dieſe Schwierigkeit einſehen, obgleich nicht die mechaniſche Beſchaffenheit dieſer Erſcheinung gehörig erörtern kann. Savart fand nämlich bey Anſtellung dieſer Beobachtung, daß Knoten auf den longitudinal ſchwingenden Stäben des Syſtems weiter auseinander rucken, auf den transverſal ſchwingenden dagegen näher zuſammentreten; ſo daß die Longitudinalbewegung der erſtern mit einer ſolchen übereinkommt, die freyen Stäben von einer weit größern Länge angehören würde, während die transverſale Bewegung der andern von der Art iſt, wie ſie weit kürzern freyen Stäben zukäme; woraus eine Compenſation hervorgeht, welche den Iſochronismus dieſer beyden Schwingungsarten, und mithin das Uebereinſtimmen ihrer Töne beſtehen läßt. Ueberhaupt gilt in dieſer Hinſicht der von Savart nachgewieſene Satz, daß, wenn ein elaſtiſcher Streifen von Holz, Glas oder Metall an einen feſten Körper von ſo bedeutender Maſſe befeſtigt iſt, daß er den, letzterm zugehörigen, Ton nicht merklich zu modificiren vermag, er eine ſolche Diſpoſition annimmt, bey welcher er Schwingungen ausüben kann, die mit dem, für den Ton erforderlichen, iſochroniſch ſind; und iſt ihm, z. B. eine ſolche Stellung gegeben, daß er longitudinale Schwingungen machen muß, wenn der Körper, mit welchem er in Verbindung ſteht, transverſale vollbringt, ſo zeigen die, auf ſeinen beyden Flächen ſich bildenden, Knotenlinien genau die Geſtalt und Abſtände, die ſie an einem Stabe von gleicher Breite und aus demſelben Stoffe haben würden, deſſen Länge ſo beſchaffen wäre, daß er frey ſchwingend

ſelbſt den gehörten Ton hervorgebracht haben würde. Dieſer, ſo wie mehre andere ähnliche Verſuche ließen Savart den Schluß ziehen, daß überhaupt, wenn ein Syſtem unwandelbar mit einander verbundener Körper in eine ſchwingende Bewegung kommt, welche einen anhaltenden und vernehmbaren Ton zur Folge hat, alle Theile dieſes Syſtems gleichzeitige Bewegungen annehmen, welche vollkommen die nämliche Periode halten, und mithin auch vollkommen gleiche Töne hervorbringen. Hieraus läßt ſich ſehr wol erklären, wie unter gewiſſen Umſtänden die Bewegung ſchwingender Körper durch Verbindung neuer Maſſen an dieſelben, mannichmal verzögert, ein anderes Mal beſchleunigt, und dadurch ihr Ton erniedrigt und erhöhet werden kann. Der erſte Fall findet Statt, wenn der verbundene Körper vom ſchwingenden blos wie eine träge Maſſe mit fortbewegt wird; der andere, wenn er auch für ſein Theil in Schwingung geräth, und dadurch auf den Körper, der ihn zuerſt angeregt hatte, zurückwirkt.

Auf eben ſo ſcharfſinnige und entſcheidende Art hat Savart die Fortpflanzungsart auch in ihren Wirkungen auf elaſtiſche Membranen, wie Papier- oder Pergamentblätter, welche über kreisförmige hölzerne Kaſten ausgeſpannt werden, verfolgt. Verſetzt man eine feſte Scheibe in einiger Entfernung von einer ſolchen, horizontal gehaltenen, und mit feinem und trocknem Sande beſtreueten, Membran in Schwingung, ſo theilt ſich dieſe der letztern ſogleich mit; allein die Richtung und Art von deren Bewegung ändern ſich hiebey ab je nach der Lage, die man der mittheilenden Scheibe gegen ihre Oberfläche giebt auch wenn der Ton, den man dabey erhält, ſich gleich bleibt; wie dies deutlich aus der Bewegung des Sandes und der veränderten Geſtalt der Lage der ſich auf der Membran bildenden Knotenlinien erhellt. Geſetzt z. B. die mittheilende Scheibe werde durch den Bogen transverſal erſchüttert und vertikal, mithin ſenkrecht auf die Oberfläche der

Membran gehalten; ſo geräth dieſe in rein tangentiale Schwingungen, deren Richtung immer ſenkrecht auf die mittheilende Scheibe, mithin parallel mit der Bewegung des die Theilchen zur Schwingung anregenden, Bogens iſt; und dreht man die mittheilende Scheibe nach verſchiedenen Punkten des Horizontes, indem man ſie immer vertikal hält, ſo erfolgt eine entſprechende Drehung in der Richtung der Bewegungen der Membran; und eben ſo dreht ſich auch die Klangfigur, obwol ihre Geſtalt an ſich die nämliche bleibt, wenigſtens wenn der Ton ſich nicht ändert. So wie man aber die mittheilende Scheibe etwas gegen die Oberfläche der Membran neigt, ändert ſich auch die Schwingungsart derſelben ab, und wird endlich ganz normal auf ihrer Oberfläche, ſo bald die mittheilende Scheibe ihr parallel geworden iſt. Ein jedes, in der Nähe der Membran gebrachte Hinderniß, z. B. ein geneigtes Blatt Papier, reicht hin, eine Veränderung in der Klangfigur zu erzeugen, indem es den freyen Lauf der Luftwellen modificirt. Aus dieſen Erſcheinungen geht klar hervor, daß die Luft, indem ſie die Membran in Schwingung verſetzt, ihr dieſelbe nach der nämlichen Richtung ertheilt, nach der ihr die eigene Bewegung eingepflanzt wurde, und welcher ihre Wellen folgen; ſo daß auch hier die Mittheilung der Bewegung ganz auf dieſelbe Art, als zwiſchen feſten Körpern Statt hat.

Anſtatt durch feſte Scheiben die Schwingungsbewegungen den Membranen mitzutheilen, braucht man dieſe auch nur neben die freye Mündung einer, an beyden Enden offenen, Orgelpfeife zu ſtellen. Die, in der Luft um dieſe Mündung entſtehenden, Wellenbewegungen bringen in der, ſo geſtellten Membran eine ſehr kräftige tangentiale Schwingung hervor: und die Klangfigur dreht ſich auf der Membran je nach den verſchiedenen Stellungen, welche man dieſer um die Pfeife giebt.

M. ſ. Annales de chimie et de physique p. MM. *Gay-Lussac* et *Arago*. Tom. XII. p. 225. sqq. Lehrbuch der Experimentalphyſik von Biot, a. d. Franz. überſ. von Fechner. B. II. S. 53 ff. Leipz. 1824. 8.

Turmalin (Zuſ. z. S. 160. B. V.). Herr Hauy führt an, daß bey einem gewiſſen Grad der Hitze der Turmalin kein Zeichen der Elektricität mehr giebt, beym Abkühlen aber wieder elektriſch wird; wenn alsdann ſeine Temperatur bis zum Eispunkte herabgeht, ſo verſchwindet aufs Neue ſeine Elektricität, bey Anwendung eines größern Kältegrades aber kommt ſie wieder mit entgegengeſetzten Eigenſchaften zum Vorſchein, indem das Ende des Turmalins, welches zuvor negative Elektricität zeigte, nun poſitive Elektricität zu erkennen giebt. Auch am Galmey beobachtete Hauy dieſe polariſche Umkehrung der Kälte.

Herr Brewſter nahm wahr, daß der Turmalin ſeine Eigenſchaft auch noch im gepulverten Zuſtande beybehalte. Er pulverte nämlich ein Stück eines großen undurchſichtigen Turmalins in einem ſtählernen Mörſer, bis ſich daſſelbe in den feinſten Staub verwandelt hatte. Hierauf brachte er das Pulver auf eine Glasplatte, von welcher es bey Neigung derſelben gleich andern harten Pulvern herabglitt, ohne daß ein Zeichen der Cohäſion mit dem Glaſe oder den Theilchen unter ſich wahrzunehmen war. Würde aber das Glas zur gehörigen Temperatur erwärmt, ſo hing das Pulver an dem Glaſe, und, wenn man darin herumrührte mit irgend einer trocknen Subſtanz, ſo häufte es ſich in Maſſe und hing feſt an dem Körper, womit es gerührt wurde. Dieſe Neigung, zuſammenhangende Maſſen zu bilden, verminderte ſich mit der Wärme, und bey der gewöhnlichen atmoſphäriſchen Temperatur trat wieder der urſprüngliche Mangel der Cohäſion ein.

Brewſter erweiterte dieſen ſeinen Verſuch, indem er mehre Kryſtalle vom Scolecit und Meſolit durch Erhitzung ihres Kryſtallwaſſers beraubte, und dadurch

in ein weißes Pulver verwandelte. Die Erſcheinungen blieben dieſelben, wie beym Turmalinpulver.

(Zuſ. z. S. 166. Th. V.). Der Herr Ober-Berg-Commiſſair Gruner α) in Hannover hat den grönländiſchen Turmalin einer genauen Analyſe unterworfen, und in 100 Gran davon folgende Beſtandtheile gefunden:

Kieſelerde	41	Gran
Thonerde	32	—
Magneſia	3	—
Eiſenoxyd	5	—
Manganoxydul	1	—
Boraxſäure	9	—
Lithon	5	—
	96	— alſo Verluſt 4 Gran.

Dieſer Verluſt rührt, bemerkt Herr Gruner, von der Scheidungsmethode wahrſcheinlich her, weil er ſich zur Aufſchließung des Minerals des kohlenſauren Baryts bedient habe, wodurch zwar die Beſtimmung des Gehalts an Alkali erleichtert, aber auch die Trennung der übrigen Beſtandtheile verwickelter wurde.

U.

Ulmin (N. A.). **Klaproth** erhielt im Jahre 1802 eine Subſtanz, welche aus einer alten Ulme in der Gegend von Palermo ausgeſchwitzt war, und die er unterſuchte. Sie ſchien mehre Eigenſchaften mit dem Gummi gemein zu haben; in andern Eigenſchaften war ſie aber davon verſchieden. Im Jahre 1810 wurde Berzelius auf dieſen Stoff, welchen er in der Fichtenrinde und Fieberrinde antraf, aufmerkſam, und nach der Zeit ſtellten vorzüglich Smitſon β) und **Tho. Thomſon** γ) Verſuche darüber an. Letzterer führte ihn als

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXV. S. 323 u. f.
β) Philosoph. Transactions 1813. p. 64.
γ) Annals of Philosophy. Vol. I. p. 23. Vol. II. p. 11. 314. und 395.

einen eigenthümlichen Pflanzenſtoff, unter dem Namen Ulmin auf.

Nach den Unterſuchungen des Herrn Berzelius ſcheint das Ulmin ein Beſtandtheil der Rinden faſt aller Bäume zu ſeyn. Wenn die Rinde zuerſt in Alkohol und nachher im Waſſer digerirt wird, ſo erhält man das Ulmin faſt rein, ſobald man die ſo verbreitete Rinde mit heißem Waſſer behandelt, welches etwas kohlenſaures Kali aufgelößt enthält.

Die Eigenſchaften des Ulmins ſind folgende:

1. In den äußern Merkmalen hat es viele Aehnlichkeit mit dem Gummi. Die Subſtanz iſt feſt, hart, von ſchwarzer Farbe, und hat beträchtlichen Glanz. Das Pulver davon iſt braun, löſet ſich leicht im Munde auf und giebt keinen Geſchmack.

2. In einer geringen Menge Waſſers löſet es ſich ſchnell auf, die Auflöſung iſt durchſichtig, von ſchwärzlich-brauner Farbe und nicht im geringſten ſchleimig oder klebrig, ſelbſt wenn ſie durchs Abdampfen ſehr concentrirt wird; eben ſo wenig giebt ſie einen zähen Teig. In dieſer Rückſicht weicht das Ulmin weſentlich von dem Gummi ab.

3. In Alkohol und Aether iſt es völlig unauflöslich. Wird in die wäſſerige Auflöſung Alkohol zugeſchüttet, ſo fällt der größere Theil des Ulmins in hellbraunen Flocken nieder. Der übrige Theil wird durchs Abdampfen erhalten.

4. Werden einige Tropfen Salpeterſäure der wäſſerigen Auflöſung zugeſetzt, ſo wird ſie gallerartig, verliert ihre ſchwarzbraune Farbe, und es fällt eine hellbraune Subſtanz nieder. Wird die ganze Auflöſung langſam bis zur Trockniß abgedampft, und das rückſtändige röthliche Pulver mit Alkohol behandelt, ſo erhält letzterer eine goldgelbe Farbe, und läßt nach gehöriger Abrauchung eine hellbraune bittere und ſcharfe harzige Subſtanz zurück. Ganz dieſelbe Wirkung, als die Salpeterſäure, bringt das Chlor hervor. Es ſcheint daher, daß das Ulmin durch Zuſatz von etwas Sauerſtoff in

eine harzige Subſtanz verwandelt werde. In dieſem neuen Zuſtande iſt es im Waſſer unauflöslich. Dieſer Umſtand, daß eine im Waſſer auflösliche Subſtanz ſo leicht die Harzgeſtalt annimmt, iſt beſonders merkwürdig, indem die flüchtigen Oele die einzigen bekannten Subſtanzen waren, welche die Geſtalt der Harze annahmen.

5. Verbrennt man das Ulmin, ſo giebt es wenig Rauch oder Flamme aus, und läßt eine ſchwammige, aber feſte Kohle zurück, die, wenn ſie unter Zutritt der atmoſphäriſchen Luft verbrannt wird, nur etwas kohlenſaures Kali giebt.

Herr Doebereiner [a]) hat das Ulmin aus Gallusſäure künſtlich dargeſtellt, und betrachtet daſſelbe als erſtes Kohlenoxyd — als eine Zuſammenſetzung aus 12 Gewichtth. Kohlenſtoff und 8 Gewichtth. Sauerſtoff, verbunden mit 9 Gewichtth. Waſſer.

Uranium (Zuſ. z. S. 180. Th. V.). Herr Buchholz ſchien durch Behandlung des reinen Uranoxyds mit geglühetem Kohlenpulver den gelungendſten Reductionsverſuch unternommen zu haben; die Maſſe, welche vorher 3 Stunden lang dem heftigſten Gebläſefeuer ausgeſetzt war, zeigte nach dem Erkalten unter dem Vergrößerungsglaſe eine Menge von feinen, ſchwach metalliſch glänzenden Nadeln.

Gewöhnlich nimmt man nach dem Grade des Zuſammenhanges der Theile zwey Arten von Uranoxyde an, wovon das eine eine ſchwärzliche, das andere eine gelbliche Farbe beſitzt. Allein nach neuern Unterſuchungen ſcheint dieſe Annahme zweifelhaft geworden zu ſeyn. Durch Behandlung mit Salpeterſäure, Salzſäure, Schwefelſäure ſcheinen mehre Oxydationsſtuffen des Uraniums hervorzugehen.

Weder das Jod noch die jod-waſſerſtoffſauren Salze bewirken in den Uranauflöſungen den geringſten Niederſchlag; aber eiſenblauſaures Kali bringt in allen Auflö-

---

[a]) Beyträge zur phyſiſchen Chemie. Heft I. 1824.

ſungen dieſes Metalls, wenn ſie auch beträchtlich ſauer ſind; einen ſchönen röthlichbraunen Niederſchlag hervor.

Dies Uranoxyd iſt in verdünnter mäßig erwärmter Schwefelſäure auflöslich und giebt citronenfarbene prismatiſche Kryſtalle. In Salzſäure iſt es nur unvollkommen auflöslich und giebt gelblicht-grüne rhomboedriſche Täfelchen. Die Phosphorſäure löſet das Oxyd auf, aber nachher fällt das phosphorſaure Salz in Geſtalt von blaßgelben Flocken nieder.

Mit verglasbaren Subſtanzen verbindet ſich das Uranoxyd, und ertheilt denſelben eine braune oder grüne Farbe. Bey dem Porzellan bewirkt es, mit dem gewöhnlichen Fluß angewendet, eine orangengelbe Farbe.

M. ſ. Handwörterbuch der praktiſchen Chemie von Ure. Artikel: **Uranit.**

V.

Ventilator (Zuſ. z. S. 732. Th. VI.). Der Herr D. Fri. **Wuttig** *) hat einen wichtigen Beytrag zur Vervollkommnung der Luftreinigungskunſt gethan. Er bemerkt zuförderſt, daß unter den bekannten Mitteln, die Luft auf Schiffen, in Bergwerken, Hospitälern u. ſ. f. mechaniſch zu reinigen, die Anwendung des Feuers unſtreitig den Vorzug verdiene; indeſſen erforderten die verſchiedenen, zeither theils vorgeſchlagenen, theils in Ausübung gebrachten Methoden einer beträchtlicheren Verbeſſerung.

Es hatten ihm die Erfahrungen, welche er an mehren Orten in Hinſicht der Reinigung der Luft zu ſammeln Gelegenheit hatte, hinreichend gelehrt,

1. daß alle bis jetzt bekannte Feuermaſchinen als Luftreiniger, nach Maßgabe der damit verbundenen Verhältniſſe, zu wenig Wirkſamkeit beſitzen.

*) Gehlen's Journal für die Chemie u. Phyſik. B. VIII. S. 211 ff.

2. Daß der Gebrauch mancher in verſchiedenen Rückſichten gefahrvoll — vorzüglich in Betreff ihrer Anwendung auf Kriegsſchiffen. —

3. Daß der Mechanismus von einigen zu leicht durch geringe Unvorſichtigkeit verletzt werden kann.

4. Daß einige beſchwerlich zu dirigiren ſind.

5. Daß manche zu vielen Raum einnehmen, und

6. daß einige zu viel koſten.

Er ſchlägt daher eine andere von ihm durch Wirkſamkeit geprüfte Feuermaſchine vor, welche alle angeführte Inconvenienzen nicht beſitzt. Die Hauptſtücke derſelben ſind folgende:

1. Die Luftkugel (Fig. 31.) A, welche im Halbmeſſer 10 Zoll, mithin am Inhalte gegen 5380 Kubikzolle hat.

2. Die Düſe oder Blaſeröhre B, welche 6 Fuß Länge beſitzt, deren obere Oeffnung 3 Zoll, und da, wo ſie mit der Luftkugel verbunden, 4½ Zoll im Durchmeſſer hat.

3. Die Saugröhren CC, deren Durchmeſſer von ihrer Verbindung mit der Luftkugel an 2½ Zoll, und ſich nach Proportion ihrer Länge, nach unten bis zu 8 ja 10 Zoll erweitert. Ihre Länge richtet ſich nach der Tiefe des Raums, aus welchem die Luft geſogen werden ſoll.

Der Ofen D, der die Luftkugel, und einen Theil der Saugröhren ſo umſchließt, daß Feuerraum und Roſt a zehn Zoll Abſtand von erſterer haben; b iſt die Thür vor dem Feuerraum; c das Aſchenloch; d ein Luftloch; e der Abzug, der in den Schornſtein geht.

Die Luftkugel und die durch den Feuerraum und Aſchenfall gehenden 20 Zoll langen Stücke der Saugröhren werden am beſten vom ſtarken Kupferblech gemacht, und mit einem Thonkitt beſchlagen. Außer dieſen oberſten Theilen der letztern, werden ſolche, wie beym Gebrauch auf Schiffen gewöhnlich, vom ſtarken Leder gemacht, und mit Draht umwunden, und vermittelſt

Schrauben an die, von der Kugel ausgehenden, kupfernen Stücke befeſtiget. Der Ofen wird von Eiſenblech verfertiget, und ſeine Wände mit Nägeln verſehen, ſo daß er mit einem Kitt von Lehm und Blut dauerhaft ausgekittet werden kann.

Der Gebrauch dieſer Maſchine beſteht darin, daß in den Ofen Feuerung gebracht und dadurch die Luftkugel von außen erhitzt wird. Sobald dieſelbe erwärmt iſt, fängt ſogleich die Düſe zu blaſen an, und die Erfahrungen mit dieſer Maſchine gaben unmittelbar folgende Sätze:

1. Die Wirkung dieſer Maſchine iſt deſto größer, je größer die Differenz der Temperaturen der in der Kugel eingeſchloſſenen und der äußeren umgebenden Luft, und folglich je größer die Differenz der Dichtigkeiten beyder iſt; daher die Qualitäts- und Quantitäts-Verſchiedenheit der Brennmaterialien keine andere, als eine Gradverſchiedenheit des Zugs begründen kann, nach Maasgabe des hervorzubringenden Hitzgrades.

2. Die Wirkung iſt, bey übrigens gleichen Umſtänden, um ſo ſtärker, je mehr ſich die Richtung des Ganzen dem Parallelism ſeines Höhenperpendikels nähert; mithin muß im entgegengeſetzten Falle die Wirkung im umgekehrten Verhältniſſe der Größe der Winkel und im geraden ihrer Anzahl abnehmen; worauf ein Fehler faſt aller bekannten Feuermaſchinen gegründet iſt.

3. Die Wirkung dauert um ſo länger fort, nachdem das Feuer verloſchen, je kleiner die Differenz der arithmetiſchen Progreſſion vom Maximum bis zum Minimum des Unterſchiedes der Dichtigkeiten der innern und äußern Luft, und folglich je länger die Maſchine die Hitze erhalten kann; daher die Anwendung ſchlechter Wärmeleiter nützlich.

4. Die Wirkung dauert länger fort, wenn ſich der Durchmeſſer der Düſe und der Saugröhren von unten nach oben zu verkleinern, als wenn er durchaus gleich iſt.

Soll dieſe Maſchine auf Kriegsſchiffen gebraucht werden, ſo wird der Ofen mit der Luftkugel in der Küche,

und zwar entweder abgeſondert, oder ſo angelegt, daß ſolche zugleich beym Kochen der Speiſen mit erhitzt wird. Die Saugröhren werden in die zu reinigenden tiefern Etagen, die Düſe aber neben dem Schornſteine der Küche in die Luft geleitet.

Will man die Maſchine in Hospitälern gebrauchen, ſo wird ſie in der Mitte der obern Etagen angebracht, und die Saugröhren durch eine zweckmäßige Vertheilung in die Zimmer der untern Etagen geführt, ſo daß in allen letztern die Luft zugleich erneuert werden kann.

Auch hat Herr Wuttig ein leichtes Mittel angegeben, mit Hülfe der Schwefelſäure eine zum Athmen untauglich gewordene Luft chemiſch zu verbeſſern, und ſie wieder athembar zu machen. Man ſoll nämlich vier Theile Schwefel mit einem Theile Salpeter im gepulverten Zuſtande vermiſchen; alsdenn dieſes Pulver auf einem Ziegelſteine oder einer Platte von Gußeiſen zu einer Schicht von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll ſtark verbreiten, und hiernächſt ringsherum anbrennen, ſo daß das Pulver pyramidal brenne. Es verbindet ſich nämlich hier bey der Verbrennung der Schwefel mit dem Sauer- und Stickſtoffe, welche durch den Salpeter in feſter Geſtalt dargeboten werden und den Zweck erfüllen.

Verbrennen (Zuſ. zu S. 230. Th. V.). Der Act des Verbrennens iſt ein Gegenſtand, der nicht allein in wiſſenſchaftlicher Hinſicht, ſondern auch in allen Verhältniſſen des bürgerlichen Lebens von der größten Wichtigkeit iſt. Die Vorſtellungen, welche man ſich von jeher hievon gemacht hat, ſind in den allmähligen wiſſenſchaftlichen Entwickelungsperioden der Menſchheit beſtändig unbefriedigend und unvollkommen geweſen, ob man ſie gleich mit den dabey vorgehenden Thatſachen in eine nähere Verbindung und Uebereinſtimmung zu bringen verſucht hat. Sichtbare Lüken waren beſtändig unverkennbar. Selbſt die Vorſtellungsart; welche man ſich nach der neuern Theorie der Chemie, die von Lavoiſier ausgieng, gemacht hat, ließ noch ſehr viel Unbefriedigendes,

wie der Artikel ſelbſt im 5ten Theile angibt, zurück. So ſicher auch die meiſten Phyſiker und Chemiker in ihrer Meinung ſeyn mochten, daß der Sauerſtoff bey allen Prozeſſen des Verbrennens nothwendig erfordert werde, ſo konnte doch die Thatſache nicht abgeläugnet werden, daß viele brennbare Körper ganz ohne die geringſte Anweſenheit von Sauerſtoff verbrennen, mithin Licht und Wärme zugleich entwickeln. Durch die großen Fortſchritte in der Chemie, wozu beſonders die Volta'ſche Säule das meiſte beytrug, fand man bald, daß die Theorie des Herrn Lavoiſier über das Verbrennen der verbrennlichen Körper unzureichend ſey. Man fieng vorzüglich an, darauf aufmerkſam zu werden, daß Kohle, welche im Sauerſtoffgas brennt, und dies in Kohlenſäuregas verwandelt, ſein Volumen nicht verändert, und daß gleichwohl die Temperatur bis zur ſtärkſten Feuerentwickelung erhöhet wird, obgleich das Sauerſtoffgas keine Veränderung ſeines Volumens erleidet, und dabey die Kohle aus dem feſten Zuſtande in den gasförmigen übergeht. Bey dieſer Erſcheinung kann offenbar keine Verdichtung Statt finden, welcher die Entwickelung des zur Entſtehung des Feuers erforderlichen Wärmeſtoffes zugeſchrieben werden könnte; es tritt vielmehr hier der entgegengeſetzte Fall ein, daß nämlich der brennbare feſte Körper die Kohle, die gasförmige Geſtalt annimmt. Man war daher der Meinung, daß die ſpecifiſche Wärme des Kohlenſäuregaſes geringer ſey, als die eigenthümliche Wärme des Sauerſtoffgaſes und der Kohle, vor ihrer Vereinigung zuſammengenommen, und daß aus dieſem Unterſchiede die beym Verbrennen ſich ergebende hohe Temperatur erzeugt werde. Allein in den neuern Zeiten hat man die eigenthümliche Wärme der Gasarten näher kennen gelernt, indem nach Delaroche's und Brerard's genau angeſtellten Verſuchen die Wärme des Sauerſtoffgaſes = 0,9765, und die des Kohlenſäuregaſes = 1,2583 iſt. Hieraus iſt klar, daß das Kohlenſäuregas, indem es eine größere ſpecifiſche Wärme, als das Sauerſtoffgas beſitzt, Wärmeſtoff ver-

ſchluckt haben muß, um ſich auf ſeiner eigenthümlichen hohen Temperatur zu erhalten, und daß mithin der Unterſchied zwiſchen der ſpecifiſchen Wärme des Kohlenſtoffes und des Kohlenſäuregaſes ſehr groß geweſen ſeyn müßte, um eine Erhöhung der Temperatur bis zum Glühefeuer hervorzubringen. Allein die ſpecifiſche Wärme der Kohle (mit einem gleichen Gewichte Waſſer, als Einheit, verglichen) iſt = 0,26; die des Kohlenſäuregaſes (mit gleichem Gewichte Kohle verglichen) = 0,221, und die Wärme des Sauerſtoffgaſes, ebenfalls mit einem gleichen Gewichte Kohle verglichen, = 0,236.

Nimmt man nun an, daß die Kohlenſäure in runder Zahl aus 27 Theilen Kohlenſtoff und 73 Theilen Sauerſtoff gebildet wird, und daß bey der Vereinigung beyder Stoffe keine Veränderung der Temperatur vor ſich gehe, ſo würde die eigenthümliche Wärme der Verbindung 0,242 betragen. Die Erfahrung gibt aber 0,221, ein Unterſchied, welcher wahrſcheinlich von der Unvollkommenheit der Verſuche über die Entdeckung der ſpecifiſchen Wärme herrühren, und in keinem Fall als hinreichend angeſehen werden kann, die ungeheure Wärmeentwickelung beym Verbrennen der Kohle in Sauerſtoffgas zu erklären.

Noch weit auffallender zeigt ſich dies Geſagte beym Verbrennen des Waſſerſtoffgaſes, deſſen Reſultate völlig außer Zweifel geſetzt ſind. Nimmt man an, daß die ſpecifiſche Wärme des Waſſers in flüſſiger Geſtalt = 1,000 angenommen wird, ſo enthalten 100 Theile Waſſer 100,000 Theile ſpecifiſche Wärme. Die ſpecifiſche Wärme des Sauerſtoffgas mit einem gleichen Gewicht Waſſers verglichen, iſt = 0,2361, und die ſpecifiſche Wärme des Waſſerſtoffgaſes ebenfalls mit einem gleichen Gewicht Waſſers verglichen, = 3,2936. Wenn nun in 100 Theilen Waſſer 11,75 Theile Waſſerſtoff und 88,25 Theile Sauerſtoff vereinigt ſind, und mithin die erſtern 38,69, die andern aber 20,83 Wärme enthalten müßten; ſo iſt klar, daß die ſpecifiſche Wärme eines Gemi-

ſches von Waſſer- und Sauerſtoffgas, aus welchem 100 Theile Waſſer entſtehen, 20,83 + 38,69 = 59,52 betragen müſſen. Iſt die Vereinigung erfolgt, ſo entſteht gasförmiges Waſſer, welches durch ein heftiges Feuer zu einem vielfach größerm Volumen ausgedehnt wird, als das Gemiſch der gasförmigen Grundſtoffe vorher einnahm. Es beträgt aber die ſpecifiſche Wärme dieſes Waſſers, wenn es erkaltet und flüſſig geworden iſt, 100, d. h. 40,48 mehr, als die ſeiner beyden Grundſtoffe in gasförmigem Zuſtande. Daher entſteht nun die Frage, woher kommt die erſtaunliche Menge Wärmeſtoff, welche ſich beym Verbrennen des Waſſerſtoffgaſes bildet? Von einer Veränderung der ſpecifiſchen Wärme kann ſie nicht herrühren, weil dadurch ein hoher Grad von Kälte hervorgebracht werden mußte; eben ſo wenig kann man ſie von der Entwickelung desjenigen Wärmeſtoffs ableiten, welcher dem Sauer- und Waſſerſtoffe die Gasgeſtalt gab, weil das Waſſer, im Augenblicke ſeiner Bildung einem Dampf bildet, der einen weit größern Raum einnimmt, als ſeine gasförmigen Elemente vorher einnahmen, und weil die nachherige Verdichtung deſſelben bloß eine Folge der Abkühlung durch ſeine Umgebungen iſt.

Sind daher die Reſultate der neuern Verſuche über die ſpecifiſche Wärme der Gasarten, worauf ſich dieſe Berechnungen gründen, richtig; ſo ſind auch alle bisher gegebene Erklärungen über die Entſtehung des Feuers unrichtig und durchaus nicht genügend.

Ueberhaupt wurden in den neuern Zeiten noch weit mehrere Erſcheinungen, bey welchen ſich Feuer entwickelt, wahrgenommen, die nach der bisherigen Erklärung über das Verbrennen der Körper gar nicht Statt finden konnten. Sobald nur, wie bekannt, die chemiſchen Kräfte, welche entweder Trennung oder Zuſammenſetzung bewirken, in ſehr kräftige Thätigkeit gerathen, treten die Erſcheinungen des Verbrennens oder des Glühens mit einer Veränderung der Eigenſchaften hervor. Dieſer wegen hat die Unterſcheidung der Subſtanzen in weſentliche

Mittel zur Verbrennung und in brennbare Körper gar keinen Werth. Vielmehr kann eine Subſtanz oft beyde Eigenſchaften beſitzen, und zu einer Zeit das Mittel zur Verbrennung und zu einer andern der brennbare Körper ſeyn. In beyden Fällen aber hängen Licht und Wärme von einerley Urſachen ab, und zeigen blos die Kraft und Schnelligkeit an, wodurch gegenſeitige Einwirkungen angedeutet werden.

So iſt z. B. Schwefelwaſſerſtoff mit Sauerſtoff und Chlor ein brennbarer Körper, mit Kalium aber ein Mittel zur Verbrennung. Denn Schwefel verhält ſich gegen Chlor und Sauerſtoff brennbar, mit Metallen vertritt er aber die Stelle eines Mittels zur Verbrennung, indem Glühen und gegenſeitige Sättigung erfolget. Auf gleiche Art vereiniget ſich Kalium ſo mächtig mit Arſenik und Tellur, daß es die Erſcheinungen des Verbrennens hervorbringt. Letztere laſſen ſich nicht durch Austreibung gebundener Wärme in Folge der Verdichtung des Volumens erklären. Das Protoxyd des Chlors iſt eine Subſtanz ohne alle brennbare Beſtandtheile, und im Augenblicke der Zerſetzung wird dennoch Licht und Wärme mit heftiger Exploſion entwickelt, und ſein Volumen vergrößert ſich um 0,2. Stickſtoffchlor und Stickſtoffjod, als Zuſammenſetzungen, welche ebenfalls ohne alle brennbare Subſtanzen ſind, werden mit fürchterlicher Kraft der Entzündung nach der gewöhnlichen Meinung in ihre Elemente zerlegt, und erſtere vergrößert ihre Volumen um mehr als 600 Mal. Der Vorausſetzung der gebundenen Wärme zu Folge mußte, ſtatt Licht und Wärme, eine außerordentliche Kälte mit einer ſolchen Ausdehnung verbunden ſeyn. Behandelt man die chlorſauren und ſalpeterſauren Salze auf gleiche Art mit Kohle, Schwefel, Phosphor oder Metallen, ſo verpuffen oder explodiren ſie, während das Volumen der ſich verbindenden Subſtanzen ſich beträchtlich vergrößert. Daſſelbe findet Statt bey den Verbindungen des Stickſtoffs mit Gold und Silber. Ja ſchon die Verbrennung des Schießpulvers,

als einer längſt bekannten Erſcheinung, hätte der Annahme von Lavoiſier's Hypotheſe der Verbrennung entgegenſtehen müſſen.

Schon Kunkel hatte die Beobachtung gemacht, daß Metalle, welche mit Schwefel zuſammengeſchmolzen werden, im Augenblicke der Vereinigung Feuer erzeugen, was er mit dem Brennen des Salpeters verglich. Er zog daraus den Schluß, daß der Schwefel etwas Salperartiges enthalten müſſe. Dieſer von Kunkel angeſtellte Verſuch wurde erſt von den Holländiſchen Phyſikern wieder erneuert, ſo wie im Artikel ſelbſt S. 228. angeführet iſt. Man erklärte aber dieſen Umſtand auf eine ganz andere Art. Allein die weitern Erfahrungen lehrten bald, daß die Metalle unter derſelben Feuererſcheinung, womit ſie ſich oxydiren, auch mit dem Schwefel ſich verbinden, und daß dieſe Feuererſcheinung dieſelbe bleibt, man mag die erhitzten Metalle mit dem Schwefel in flüſſiger oder Gasgeſtalt in Berührung bringen, und es iſt dabey gleichviel, ob die gasförmige Geſtalt durch Wärme oder durch Verbindung mit Waſſerſtoff hervorgebracht iſt. Selbſt das dabey entſtehende Verbrennen iſt in ſeiner Folge dem Verbrennen durch Oxydation völlig gleich; der Unterſchied von beyden liegt einzig und allein nur darin, daß dabey die Metalle mit einem andern Körper, als mit dem Oxygen, ſich vereinigen. Ueberdem hat die Erfahrung hinreichend gelehret, daß auch bey der Vereinigung zweyer Metalle Feuer entſtehen könne, und daß überhaupt bey allen chemiſchen Vereinigungen mehr oder weniger Wärme ſich entwickelt, ſobald ſie unter ſolchen Umſtänden vor ſich gehn, daß die Temperaturerhöhung bemerklich wird, und daß bey gegenſeitiger Sättigung ſtarker Verwandtſchaften ſogar oft Feuer entſteht, da im Gegentheil bey ſchwächern nur eine geringe Temperaturerhöhung ſich zeigt.

Aus allen dieſen angeführten Thatſachen ergiebt ſich ohne allen Zweifel

1. daß die Verbrennung nicht nothwendig von der Wirkſamkeit des Oxygens abhängt,

2. daß die Wärmeentwickelung nicht blos einem Gaſe zugeſchrieben werden kann, welches bey ſeiner Verbrennung oder Feſtwerdung den gleichſam latent geweſenen Wärmeſtoff hergiebt, und

3. daß keine beſondere Subſtanz oder Form des Stoffes nothwendig iſt, um dieſe Wirkung hervorzubringen, ſondern daß ſie vielmehr durch ein ganz anderes Agens hervorgebracht wird.

Es muß folglich die vormalige antiphlogiſtiſche Erklärung des Verbrennens dahin modificiret werden, daß

1. das Verbrennen, wenn man darunter eine Vereinigung der Körper unter Erſcheinung von Licht und Wärme verſteht, nicht allein der Vereinigung mit Oxygen eigenthümlich iſt, ſondern unter günſtigen Umſtänden, bey gegenſeitiger Vereinigung der meiſten Körper Statt finden kann.

2. Daß Licht und Wärme, welche ſich dabey entwickeln, weder von einer Veränderung in der Dichtigkeit der Körper noch von einer Verminderung der eigenthümlichen Wärme des neu gebildeten Produktes herrühren, indem dieſes Produkt oft eine gleich große, oder auch wohl eine noch größere ſpecifiſche Wärme, als die vereinigten Beſtandtheile zuſammen genommen, beſitzt.

Es entſteht nun aber die ſehr wichtige Frage, auf welche Art ſoll der Act des Verbrennens erklärt werden? Schon lange hatte man einen Zuſammenhang des Feuers mit Elektricität geahnet. Im Jahre 1766 hatte Wilke bereits geäußert, daß man über die Verwandtſchaft und Verbindung, zwiſchen dem Feuer und der Elektricität, welche die neueſte Phyſik zu finden anfange, mit der Zeit Aufklärung erwarten könne. Allein nach der Zeit hat man bey Darſtellung der Umſtände, welche Licht und Wärme hervorbringen, die Erſcheinung des Feuers beym elektriſchen Schlage ganz außer Acht gelaſſen, bis end-

lich nach der Entdeckung der Volta'ſchen Säule die galvaniſche Elektricität mit der Theorie der Chemie mehr in Verbindung gebracht wurde. So behauptete Ritter, daß Chemie und Galvanismus völlig eins ſey. Nach der Zeit haben mehrere Phyſiker und Chemiker, als Hum. Davy, Edw. Davy, Oerſtedt, Berzelius und andere den großen Einfluß der Elektricität auf die chemiſchen Verwandtſchaften mit dem glücklichſten Erfolge zu zeigen geſucht, wovon unter dem folgenden Artikel: Verwandtſchaft, ausführlicher gehandelt werden ſoll. Berzelius bemerket beſonders, daß der elektriſche Schlag alle brennbare Körper entzündet, die Metalle erhitzt, ſchmelzt und verflüchtigt; daß die fortdauernde Entladung der elektriſchen Säule das Waſſer unter paſſenden Umſtänden bis zum Kochen erhitzt, Körper, durch welche die Ausladung geſchiehet, ins Glühen verſetzt, und eine Kohle, welche im luftleeren Raume durch Einwirkung der elektriſchen Säule glühend wird, in Beziehung auf die Erſcheinung des Feuers ganz in denſelben Zuſtand ſich befindet, wie eine Kohle, welche durch Oxydation ins Glühen kommt. Der Unterſchied liege nicht in dem Zuſtande des Glühens, ſondern in der Art und Weiſe, wodurch dieſer Zuſtand erreget werde. Bey ähnlichen Erſcheinungen ſeyen wir aber ſtets berechtiget, auf ähnliche innere Urſachen zu ſchließen. Da nun alle andere Erklärungen von der Entſtehung des Feuers unrichtig wären, ſo bliebe noch zu unterſuchen übrig, ob nicht die Vereinigung der entgegengeſetzten Elektricitäten, eben ſo wohl bey den chemiſchen Verbindungen, als bey den elektriſchen Ausladungen, die Urſache des Feuers ſeyn könne.

Berzelius entdeckte, als er mit der Unterſuchung der Verbindungen des Antimoniums im Jahre 1811 beſchäftiget war, zufällig, daß mehre antimonſaure Metalle, ſobald ſie erhitzt wurden, eine ſehr lebhafte Feuererſcheinung hervorbrachten, welche einen Augenblick dauerte; alsdann ſank die Temperatur wieder zu derjenigen der umgebenden brennbaren Körper herab. Er ſtellte zahl-

reiche Verſuche an, um die Natur dieſer Erſcheinung auszumitteln, und brachte ſo viel heraus, daß das Gewicht des Salzes nicht verändert werde, und daß dieſe Erſcheinung ohne Anweſenheit des Sauerſtoffs Statt finde. Vor der Erſcheinung dieſes Entglühens waren die Salze ſehr leicht zu zerſetzen, aber nachher wurden ſie weder von Säuren, noch von alkaliſchen Laugen angegriffen: ein offenbarer Beweis, daß ihre Beſtandtheile jetzt durch eine ſtärkere Verwandtſchaft zuſammengehalten, oder daß ſie inniger verbunden wurden. Seit dieſer Zeit hat Berzelius dieſe Erſcheinungen bey vielen andern Körpern, z. B. beym grünen Chromoxyd, bey den Oxyden des Tantals und des Rhodiums wahrgenommen.

Ed. Davy fand, daß, wenn eine neutrale Platinauflöſung mit Waſſerſtoffſchwefelkali gefällt, und der Niederſchlag in einer ſauerſtoffloſen Luft getrocknet werde, man eine ſchwarze Zuſammenſetzung erhalte, welche, ohne Zutritt der Luft, erhitzt, Schwefel mit etwas Schwefelwaſſerſtoff entbindet, während zugleich eine ähnliche Verbrennung, wie bey der Bildung der Schwefelmetalle, Statt findet, und gewöhnliches Schwefelplatin rückſtändig bleibt. Wenn man das Rhodiumoxyd erhitzt, welches aus dem ſalzſauren Rhodium und Natrium gewonnen wird, ſo geht zuerſt Waſſer über, und erhöhet man die Temperatur, ſo tritt Verbrennung ein. Es wird plötzlich Sauerſtoffgas entbunden, und ein Suboxyd des Rhodiums bleibt rückſtändig. Auch beobachtete D. Wollaſton zuerſt, daß der Gadolinit, kieſelſaure Yttererde eine ähnliche Feuererſcheinung darbiete. Die Varietät dieſes Foſſils mit glaſigem Bruche läßt dieſe Eigenſchaft beſſer wahrnehmen, als die ſplitterige Varietät. Es wird der Gadolinit vor dem Lothrohre erhitzt, ſo daß das Stück gleichmäßig heiß wird. Nachdem es rothglühend geworden, fängt es Feuer. Die Farbe wird grünlichgrau und ſeine Auflöslichkeit in Säuren iſt nun verſchwunden. Zwey kleine Stücken Gadolinit, von welchen das eine bis zum Rothglühen erhitzt worden war,

wurden in Königswaſſer gebracht. Erſteres löſete ſich binnen wenigen Stunden auf, und letzteres war von dem Auflöſungsmittel nach zwey Monaten noch nicht im Geringſten angegriffen.

Ein ähnliches Erglühen bemerke H. Davy bey Erhitzung des Zirconerden-Hydrats.

Aus allen dieſen Wahrnehmungen glaubte Berzelius mit faktiſcher Zuverläſſigkeit annehmen zu dürfen, daß Körper, welche ſich vereinigen wollen, entgegengeſetzte freye Elektricität äußern, und daß letztere in dem Verhältniſſe wächſt, wie die Körper ſich derjenigen Temperatur nähern, bey welcher ihre Vereinigung vor ſich geht, bis endlich im Augenblicke der Vereinigung ſelbſt die Elektricitäten mit einer ſolchen Temperaturerhöhung verſchwinden, daß in ſehr vielen Fällen Feuer dabey zum Vorſchein kommt. Auf der andern Seite iſt es aber auch eben ſo faktiſch gewiß, daß vereinigte Körper, welche in paſſender Form der Einwirkung der Elektricität durch Entladung der elektriſchen Säule ausgeſetzt werden, ſich von einander lostrennen, und mit ihren frühern chemiſchen und elektriſchen Eigenſchaften wieder hervortreten, während die auf ſie einwirkenden Elektricitäten ſich neutraliſiren und verſchwinden.

Nach Berzelius iſt daher die wahrſcheinliche Erklärung des Verbrennens und des dabey entſtehenden Feuers dieſe: daß bey jeder chemiſchen Vereinigung eine Neutraliſation entgegengeſetzter Elektricitäten vor ſich geht, und daß bey dieſer Neutraliſirung das Feuer ganz auf dieſelbe Art entſtehet, wie es bey Entladung der elektriſchen Flaſche, der elektriſchen Säule und der Gewitterwolke hervorgebracht wird, nur daß letztere von keiner chemiſchen Vereinigung begleitet wird.

Hiebey findet ſich nur noch eine Schwierigkeit, welche durch keine analoge Erſcheinung bey der gewöhnlichen Elektricität ſich aufklären läßt. Die Körper nämlich, welche durch die Wirkung einer elektriſch-chemiſchen Ent-

ladung und unter Erzeugung vom Feuer ſich vereiniget haben, halten in dieſer Vereinigung mit einer Kraft zuſammen, welche allen mechaniſchen Kräften überlegen iſt. Die gewöhnlichen elektriſchen Erſcheinungen belehren uns zwar über die gegenſeitige Einwirkung der Körper in größerer oder geringerer Entfernung, über ihre Anziehung vor der Vereinigung und über das bey derſelben entſtehende Feuer; allein ſie geben uns keinen Aufſchluß darüber, warum die Verbindung der Körper, nach Aufhebung des elektriſchen Gegenſatzes, mit ſo großer Kraft fortdauert.

Dieſe von **Berzelius** aufgeſtellte Anſicht über das Verbrennen hat eine genaue Verbindung mit der neuern elektro-chemiſchen Theorie, wovon ausführlich in dem folgenden Artikel: **Verwandtſchaft**, geredet werden ſoll.

Nach dieſer Erklärungsart des Herrn **Berzelius** über das Verbrennen gehören daher der Sauerſtoff, welcher bey ſo vielen Verbrennungen eine ſo wichtige Rolle ſpielt, und die ſo genannten brennbaren Körper zu entgegengeſetzten elektriſchen Polen.

Ueber die merkwürdigen Verſuche, welche ſo wohl von H. **Davy** als von v. **Grotthus** über das Verbrennen der verſchiedenen Gasarten ſind angeſtellt worden, ſ. m. den Artikel: **Flamme**. B. IX.

Wenn der gewöhnliche elektriſche oder der galvaniſche Funke in verdünnter Luft beobachtet wird, ſo iſt ſein Licht, ſo wie ſeine Hitze bedeutend vermindert. Indeſſen wurde in einem Recipienten, welcher eine 60 Mal dünnere Luft als die atmoſphäriſche Luft enthielt, ein Stück Platindraht, welches H. **Davy** in die Mitte des mit dem großen **Volta'ſchen** Apparate der Royal-Inſtitution bewirkten, Lichtbogens gelegt hatte, weißglühend. Daß dieſe intereſſante Erſcheinung nicht von der Leitungsfähigkeit des Platins herrührt, wurde daran deutlich erkannt, daß ein Glashaar, mit welchem der Verſuch wiederholt wurde, an derſelben Stelle augenblicklich ſchmolz. Es ergiebt ſich hieraus, daß elektriſche Hitze und Licht in

Atmoſphären erſcheinen können, in welchen die Flamme brennbarer Körper gar nicht mehr entſtehen und fortdauern können. Es iſt dieſer Umſtand auch ſchon dieſerwegen merkwürdig, weil er vielleicht zu Erklärungen mancher leuchtender Erſcheinungen in der Atmoſphäre unſerer Erde angewendet werden kann.

Aus allen dieſen läßt ſich nach Ure's Urtheil folgender Satz als wirklicher Grundſatz aufſtellen: **daß die Verbrennung nicht die große Erſcheinung der chemiſchen Natur iſt, ſondern nur ein zufälliges und ungefähres Acceſſorium der chemiſchen Verbindung oder Zerſetzung; ſie rühre von den innern Bewegungen der Körpertheilchen her, welche ſich zu einer neuen chemiſchen Conſtitution zu ordnen ſtrebten.**

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXVIII. S. 355. Gehlen's neues Journal der Chemie u. f. B. IV. S. 278. f. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXVIII. S. 172. f. Oerſtedt's Anſicht der chemiſchen Naturgeſetze Berlin 1812. 8. Berzelius über die Theorie der chemiſchen Proportionen. S. 60 u. f. Klaproth's Supplemente zum chemiſchen Wörterbuche, Artikel: Verbrennen. Handwörterbuch der praktiſchen Chemie von Ure. Artikel: Verbrennen.

Verwandtſchaft (Zuſ. z. S. 256. Th. V.). Berthollet ſchien in ſeinen vortrefflichen Unterſuchungen die Lehre der Verwandtſchaft auf weit richtigere Anſichten gebracht zu haben, als alle ſeine Vorgänger, und ohne Zweifel liegt nach meiner Meinung in ſelbigen das Wahre, daß alle chemiſche Verbindungen ganz allein von der gegenſeitigen Einwirkung der den Materien inhärirenden Kräften, welche in Berührung kommen; und von andern äußern einwirkenden Umſtänden abhangen. Berthollet behauptete nur, daß dieſe Kräfte blos von der einzigen Grundkraft oder der allgemeinen anziehenden Kraft, welche ſich wie die Maſſe verhält, abſtammten. Allein dieſer Vorausſetzung waren alle Erfahrun-

gen bey ſolchen Subſtanzen, welche ſich in der Berührung oft mit ſo großer Heftigkeit untereinander verbinden, ganz entgegen. Neuere nach Berthollet aufgefundene Thatſachen zeigten auch gar bald, daß ganz andere Kräfte bey den chemiſchen Verwandtſchaften ins Spiel kommen, oder daß vielleicht die den Materien eigenthümlichen Grundkräfte, nämlich die zurückſtoßende und anziehende durch andere einwirkende Urſachen verſchiedene Modificationen erhalten.

Volta's elektriſche Säule gab beſonders die Gelegenheit, die chemiſchen Verbindungen auf eine ganz andere Art zu betrachten, als es vorher geſchehen war. Die beyden Herrn Hiſinger und Berzelius α) hatten im Jahre 1803 die ſehr wichtige Beobachtung gemacht, daß bey Entladung einer Volta'ſchen Säule durch eine leitende Flüſſigkeit die Beſtandtheile der letztern ſich von einander trennen, der Sauerſtoff und die Säuren vom negativen Pol zu dem poſitiven, die brennbaren Körper und Salzbaſen aber vom poſitiven zum negativen Pol getrieben werden, ſo daß die in der von den Polen der elektriſchen Säule berührten Flüſſigkeit vereinigten Körper durch Einwirkung der Elektricität in ihre Beſtandtheile zerlegt, und dieſe in ungebundenem Zuſtande zu den entgegengeſetzten Polen fortgeſtoßen werden. Dieſe Erſcheinungen wurden als Wirkungen einer chemiſchen Anziehung erklärt, welche zwiſchen dem Sauerſtoff, den Säuren und dem poſitiven Pole; zwiſchen dem Waſſerſtoff, den Alkalien, Erden, Metallen und dem negativen Pole Statt finde.

Davy β) verfolgte dieſe Ideen weiter; beſtätigte theils die von Hiſinger und Berzelius aufgeſtellten Anſichten, theils erweiterte er dieſelben. Alle Körper, bemerkt er, welche ſich chemiſch mit einander verbinden,

---

α) Afhandl. i Fyſik, Kemi och Mineral. Bd. 1. S. 1. und Gehlen's neues allgemeines Journal der Chemie B. I. S. 116 ff.
β) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXVIII. S. 172 ff.

und deren elektriſche Kräfte bekannt ſind, geben in ihrer Berührung unter einander entgegengeſetzte elektriſche Zuſtände. Beweiſe davon ſind Kupfer und Zink, Gold und Queckſilber, Schwefel und die Metalle, Säuren und Alkalien. Ueberhaupt iſt nach Davy der Zuſammenhang der Elektricität der ſich vereinigenden Körper mit ihrer Verwandtſchaft wohl nicht zu bezweifeln.

Nimmt man zwey Subſtanzen an, wovon die Theile der einen mit den der andern in einem entgegengeſetzten elektriſchen Zuſtande ſich befinden, und ſetzt voraus, daß dieſe Zuſtände ſo kräftig ſind, daß ſie die Verbindung ihrer Theile unter ſich aufheben; ſo wird nothwendig eine neue Verbindung entſtehen müſſen, welche mehr oder weniger innig iſt, je nachdem die Kräfte in ein mehr oder geringer vollkommenes Gleichgewicht kommen, und die Veränderung ihrer Eigenſchaften wird dieſen Kräfteäußerungen vollkommen entſprechen. Hieraus würde der einfachſte Fall der chemiſchen Vereinigung entſtehen.

Es ſind aber verſchiedene Subſtanzen, welche gegen eine dritte gleiche elektriſche Kraft äußern, in dem Grade dieſer Kraft verſchieden. So zeigen die verſchiedenen Säuren gegen einerley Metall eine verſchiedene negative, und die Alkalien gegen daſſelbe Metall eine verſchiedene poſitive elektriſche Kraft. Schwefelſäure z. B. hat eine größere elektriſche Kraft zum Bley als Salzſäure, und eine Kalilauge wirkt kräftiger mit Zinn, als eine Natronlauge. Ja es können dieſe Subſtanzen in gegenſeitiger Beziehung ſelbſt in demſelben Zuſtande ſeyn, mithin einander zurückſtoßen, oder ſie können neutral ſeyn, oder auch ſich anziehen, indem ſie ſich in entgegengeſetzten elektriſchen Zuſtänden befinden. Wenn zwey Körper, die ſich gegenſeitig abſtoßen, auf einen dritten Körper mit verſchiedenen Graden von einerley elektriſcher Kraft anziehend wirken, ſo wird die Verbindung durch den Grad der Kraft bewirkt, und die mit der ſchwächſten Energie verſehene Subſtanz wird zurückgeſtoßen werden. Dieſes Princip giebt nach Davy die Urſache

der Wahlverwandtſchaften und der Zerſetzungen, die dadurch bewirkt werden, an.

Wenn dagegen Subſtanzen, welche verſchiedene Grade derſelben elektriſchen Kraft in Beziehung auf eine dritte Subſtanz äußern, ja auch unter einander entgegengeſetzte Elektricität beſitzen, mithin anziehend auf einander wirken, ſo kann ein Gleichgewicht anziehender und abſtoßender elektriſcher Kräfte Statt finden, welches fähig iſt, eine dreyfache Verbindung hervorzubringen. Bey weiterer Ausdehnung dieſer Ideen laſſen ſich nach Davy alle noch zuſammengeſetzteren chemiſche Verbindungen erklären.

Aus dieſen Anſichten, welche ſich auf wirkliche Thatſachen gründeten, entſtand die neue Lehre der elektrochemiſchen Theorie, nach welcher alle chemiſchen Prozeſſe beurtheilt und erklärt werden. Schon Ritter und Winterl hatten ſich mit einer elektro-chemiſchen Theorie beſchäftigt, und beyde ſuchten die Gleichheit der chemiſchen und elektriſchen Kräfte zu beweiſen. Unter allen damaligen Phyſikern, welche dieſe Theorie vertheidigten, war Oerſtedt einer der ſtärkſten Vertheidiger derſelben. Er leitete aus ſeinem Syſteme als Folgerungen ab, daß die chemiſchen Verwandtſchaften, die Wärme, das Licht, der Magnetismus, als elektriſche Wirkungen zu betrachten ſeyen. In wie fern aus dieſen ſeinen Vorſtellungen der Elektro-Magnetismus hervorgegangen iſt, ſehe man den Artikel **Elektro-Magnetismus.**

In den neueſten Zeiten hat aber vorzüglich **Berzelius** dieſem elektro-chemiſchen Syſteme wichtige Thatſachen hinzugefügt, und aus mehren Thatſachen geſchloſſen, daß das, was wir Vereinigungs-Verwandtſchaft oder chemiſche Affinität nennen, in einer nothwendigen und unveränderlichen Beziehung mit den elektriſch-chemiſchen Erſcheinungen ſteht. Aus den Erfahrungen über das gegenſeitige elektriſche Verhalten der Körper ſind wir belehrt worden, daß letztere ſich in zwey Claſſen eintheilen laſſen, nämlich in **elektropoſitive** und elektro-

negative. Die einfachen Körper, welche zu der erſten Claſſe gehören, und ihre Oxyde, nehmen beſtändig poſitive Elektricität an, wenn ſie mit einfachen Körpern der zweyten Claſſe, oder mit ihren Oxyden in Berührung kommen, und die Oxyde der erſten Claſſe verhalten ſich zu den Oxyden der zweyten ſtets wie Salzbaſen zu Säuren.

Der elektronegativſte aller Körper iſt nach Berzelius der Sauerſtoff; weil derſelbe ſich niemals gegen irgend einen andern Körper poſitiv verhält, und es nach allen bisher bekannten chemiſchen Erſcheinungen wahrſcheinlich iſt, daß kein Element unſers Erdkörpers in höherem Grade elektro-negativ ſeyn könne, als der Sauerſtoff; ſo legt er demſelben abſolute Negativität bey. Auch iſt der Sauerſtoff in dem elektro-chemiſchen Syſteme der einzige Körper, deſſen elektro-negatives Verhalten beſtändig unveränderlich bleibt. Alle übrigen ſind in der Maaße veränderlich, daß ſie gegen den einen Körper negativ, gegen den andern aber poſitiv ſich verhalten können, ſo wie ſich z. B. Schwefel und Arſenik gegen den Sauerſtoff poſitiv, gegen die Metalle aber negativ verhalten. Die Radikale der feuerbeſtändigen Alkalien und alkaliſchen Erdarten hingegen ſind die elektro-poſitivſten aller Körper, weichen aber dem Grade nach nur wenig von einander ab; denn am poſitiven Ende der elektriſchen Reihe zeigt ſich kein einziger Körper ſo beſtimmt elektro-poſitiv, als der Sauerſtoff elektro-negativ iſt.

Berzelius theilt folgende Tabelle mit, in welcher die einfachen Körper nach ihren eigenen oder nach ihrer Oxyde allgemeinen elektro-chemiſchen Eigenſchaften auf einander folgen dürften. Sie fängt mit demjenigen Körper an, welcher mit der größten Stärke nach dem poſitiven Pole hingezogen wird, oder der am ſtärkſten negativ elektriſch iſt, und endigt mit dem Körper, der am ſtärkſten von dem negativen Pole angezogen wird, welcher folglich die ſtärkſte poſitive Elektricität hat. Die Stärke der negativen Elektricität nimmt ab, ſo wie man in der Tabelle fortgeht, und verſchwindet endlich in der Mitte

derſelben gänzlich; alsdann fängt die poſitive Elektricität ſich zu äußern an, welches anfänglich nur ſchwach iſt; ſo wie man aber in der Reihe fortgeht, ſo wird ſie ſtärker, und endigt ſich mit dem ſtärkſten Grade der poſitiven Elektricität.

1. Sauerſtoff
2. Schwefel
3. Stickſtoff
4. Radikal der Salzſäure
5. Radikal der Flußſäure
6. Phosphor
7. Selenium
8. Arſenik
9. Molybdän
10. Chrom
11. Wolfram
12. Boron
13. Kohle
14. Antimon
15. Tellur
16. Tantal
17. Titan
18. Silicium
19. Osmium
20. Waſſerſtoff
21. Gold
22. Iridium
23. Rhodium
24. Platin
25. Palladium
26. Queckſilber
27. Silber
28. Kupfer
29. Nickel
30. Kobalt
31. Wismuth
32. Zinn
33. Zirconium
34. Bley
35. Cerium
36. Uranium
37. Eiſen
38. Cadmium
39. Zink
40. Mangan
41. Aluminium
42. Yttrium
43. Berillium
44. Magneſium
45. Calcium
46. Strontium
47. Barytium
48. Natrium
49. Kalium

Daß dieſe ungefähre Reihe der Körper in Anſehung ihrer elektro-chemiſchen Eigenſchaften zugleich die Ordnung ihrer Verwandtſchaften gegen einander ausdrucke, iſt der Fall nicht. Schwefel, Kohle und Phosphor ſind ſtark elektro-negative Körper, und gleichwohl reduciren ſie mehre von den ſtärker elektro-poſitiven Körpern. Außerdem bleibt ſich die Verwandtſchaft eines Körpers zum Sauerſtoff nicht immer gleich, ſondern iſt nach der Temperatur veränderlich; ſo reducirt Kalium bey einem gewiſſen Wärmegrade das Kohlenoxydgas, wird aber bey

einer andern Temperatur durch Kohlenſtoff reducirt; Queckſilber oxydirt ſich bey der Temperatur ſeines Siedpunktes, hat aber in einer weit höhern Temperatur keine Verwandtſchaft zum Sauerſtoff, u. ſ. f. Auch werden bey den Verſuchen Körper oft durch zuſammengeſetzte Verwandtſchaften oxydirt und reducirt, ſo daß ſich ihre relativen Verwandtſchaften zum Sauerſtoff nicht darnach beurtheilen laſſen. Ungeachtet dieſer anſcheinenden Widerſprüche ſind doch alle dieſe angeführten Fälle nach Berzelius keineswegs dem elektriſchen Syſteme entgegen, wie weiter unten erklärt werden ſoll.

Schon lange vorher, ehe noch an eine Verbindung der Elektricität mit den brennbaren Körpern gedacht wurde, hatte man ihre Oxyde in Säuren und Grundlagen oder Baſen eingetheilt; die erſteren bilden die elektro-negative, und die andern die elektro-poſitive Claſſe, jedoch mit abwechſelnden Verhalten, ſo daß oft eine ſchwache Säure einer ſtärkern zur Baſis dient; und eine ſchwache Baſis gegen eine ſtärkere nicht ſelten die Stelle der Säure vertritt. Auch die aus einer Säure und einer Baſis zuſammengeſetzten Salze äußern elektriſche Gegenwirkungen auf einander, welche ſich auf zweyerley Art darſtellen können; entweder zertheilend, wenn ihre Grundſtoffe ſich in andern Verhältniſſen wieder mit einander vereinigen, oder vereinigend, wenn zwey Salze ſich mit einander zu einem Doppelſalze verbinden, wobey dann das eine Salz elektro-negativ, das andere elektro-poſitiv einwirkt. Die zertheilende Art beruht auf der ſpecifiſchen elektriſchen Reaction der einzelnen Elemente, welche nach einer vollkommenern Neutraliſation ſtreben; die vereinigende dagegen gründet ſich auf die elektriſche Reaction des zuſammengeſetzten Theilchens im Ganzen, was ſich, unter völliger Beybehaltung ſeiner Zuſammenſetzung, vollkommener zu neutraliſiren ſucht.

Noch eine dritte Art elektro-chemiſcher Körper liefert ein Theil der zuſammengeſetzten Körper, welche bey den einfachen mangelt, nämlich die indifferenten, welche

keine elektriſche Gegenwirkung mehr äußern und ſich nicht mit andern Körpern vereinigen. Indeſſen giebt es im ſtrengſten Sinne des Worts keine abſolute elektro-chemiſche Indifferenz, und ſelbſt jene Körper beſitzen ſie nur in einem gewiſſen Grade. Sie kann von doppelter Art ſeyn; 1. Die erſte Art findet Statt, wenn ſo viele Körper ſich mit einander vereinigen, daß daraus eine vollkommene Neutraliſation entſteht, und kein Körper weiter in die Vereinigung aufgenommen werden kann. In dieſem Falle hört alle elektriſche Reaction gegen diejenigen Körper auf, welche mit dem zuſammengeſetzten Körper, ohne vorhergegangene Zerlegung, ſich zu vereinigen ſtreben ſollten. Allein gleichwohl behalten ihre einzelnen Grundſtoffe ihre ſpecifiſche Reaction gegen diejenigen Körper bey, welche ſie aus ihrer Vereinigung zu trennen ſtreben. So z. B. kann kryſtalliſirter Allaun mit keinem andern Körper ſich vereinigen, aber durch ſehr viele zerlegt werden. 2. Die andere Art der Indifferenz iſt noch weit merkwürdiger. Verſchiedene zuſammengeſetzte Körper beſitzen die beſondere Eigenſchaft, daß aus ihnen, wenn ſie einer gewiſſen höhern Temperatur ausgeſetzt werden, plötzlich Feuer ausbricht, gerade ſo, als wenn eine chemiſche Vereinigung in ihnen vorginge, ohne daß ihr Gewicht, wenigſtens in den meiſten Fällen, vermehrt oder vermindert wird. Gleichwohl geht dabey ſowohl mit ihren Eigenſchaften, als auch ſehr oft mit ihrer Farbe, eine Veränderung vor; auf dem naſſen Wege äußern ſie keine Verwandtſchaft mehr; gehen mit den Körpern, zu welchen ſie vorher eine große Verwandtſchaft hatten, keine Verbindung mehr ein, und widerſtehen mit gleicher Kraft der Einwirkung ſolcher Körper, durch welche ſie vorher leicht zerlegt wurden. Von dieſer elektro-chemiſchen Indifferenz werden ſie nicht eher wieder befreyet, als bis ſie in höherer Temperatur der Einwirkung von Körpern mit ſtarken chemiſchen Verwandtſchaften ausgeſetzt, d. h. bis ſie mit feuerbeſtändigen Alkalien oder dergleichen Säuren erhitzt werden, mit welchen ſie ſich dann auf dem trocknen Wege

vereinigen, und wobey ſie in ihren frühern elektro-chemiſchen Zuſtand zurücktreten. Von dieſer Art ſind z. B. die Zirkonerde, das Chromoxyd u. m. a. Nach Berzelius dürfte die wahrſcheinlichſte Urſache hievon darin liegen, daß die Grundſtoffe dieſer Körper ſich nach zwey verſchiedenen Graden der Innigkeit vereinigen können, wovon der ſchwächere bey nicht hoher Temperatur auf dem naſſen Wege, der ſtärkere aber bey hohen Hitzgraden auf dem trockenen Wege Statt findet, wenn ſie nicht etwa nebenbey gleichzeitig der Einwirkung anderer Körper ausgeſetzt werden.

Inzwiſchen ſind die Grade der elektro-chemiſchen Indifferenz, auf welche ſich die zuſammengeſetzten Körper bringen laſſen, ſehr verſchieden, und es werden daher auch zur Zerſtörung derſelben elektro-chemiſche Reagentien von verſchiedener Stärke erfordert.

Nach den bisher angeführten Thatſachen geht Berzelius zur Beantwortung folgender Fragen über: Auf welche Art iſt die Elektricität in den Körpern vorhanden? Worauf beruht der elektro-poſitive und elektro-negative Zuſtand eines Körpers? Wie dies möglicher Weiſe Statt finden könne, ſucht er auf folgende Art begreiflich zu machen:

Es iſt bekannt, daß kein Körper elektriſch wird, wenn ſich nicht die beyden Elektricitäten entweder in verſchiedenen Theilen des Körpers ſelbſt, oder doch in ſeinem Wirkungskreiſe offenbaren. Zeigen ſich die getrennten Elektricitäten an einem Körper, welcher ein zuſammenhangendes Ganzes bildet, ſo trifft man ſie jederzeit in zwey entgegengeſetzten Punkten des Körpers concentrirt, und der Körper beſitzt in dieſem elektriſchen Zuſtande ganz dieſelbe Polarität, wie ein magnetiſcher Körper. Das ſchönſte Beyſpiel hievon giebt der Turmalin.

Dieſe Polarität muß aber in jedem noch ſo kleinem Theilchen des Körpers Statt finden, und daraus folgt Berzelius, daß ohne Corpuscular-Theorie keine Vorſtellung von der elektriſchen Polarität der Körper mög-

lich ſey. Setzten wir aber voraus, daß die Körper aus Atomen beſtünden, ſo könnten wir uns auch vorſtellen, daß jedes dieſer Atome eine elektriſche Polarität beſitze, von welcher die elektro-chemiſchen Erſcheinungen ihrer Zuſammenhäufungen herrührten, und auf deren ungleicher Intenſität die Verſchiedenheit der Kraft beruhe, womit ſie ihre Verwandtſchaften ausübten.

Die allgemeine elektriſche Polarität der kleinſten Theilchen reiche jedoch nicht allein hin, das Phänomen der ſpecifiſchen Elektricität jedes einzelnen Körpers zu erklären, durch welche manche Körper als elektro-poſitiv, andere als elektro-negativ erſchienen. Wahrſcheinlich gründe ſich dieſe Erſcheinung auf die von **Ermann** zuerſt beobachtete ſo genannte Unipolarität. Stellten wir uns vor, daß bey elektriſcher Polarität der kleinſten Körpertheilchen die Elektricität des einen Pols in einem gewiſſen Punkte entweder überwiegend, oder doch mehr concentrirt, als die Elektricität des andern Pols ſey; wenn wir uns ferner den Fall gedächten, daß bey den kleinſten Theilchen eines Körpers eine ähnliche ſpecifiſche Unipolarität Statt finde, kraft deren bey manchen der poſitive, bey andern der negative Pol vorherrſche; ſo hätten wir eine ziemlich deutliche Vorſtellung davon, wie die Elektricität den Körpern beywohnen könne, und worin ihre elektro-chemiſchen Eigenſchaften beſtünden. Ein elektro-poſitiver ſey hienach derjenige, bey welchem der poſitive Pol vorherrſche, ein elektro-negativer der, bey welchem der negative Pol die Oberhand habe.

Aber ſelbſt dieſe ſpecifiſche Unipolarität erkläre noch nicht alle Erſcheinungen vollſtändig; wir fänden nicht ſelten zwey elektro-negative Körper, z. B. Sauerſtoff und Schwefel, ſich mit viel größerer Innigkeit vereinigen, als z. B. Sauerſtoff und Kupfer, ohnerachtet letzteres elektro-poſitiv ſey. Der Grad der Verwandtſchaft könne daher nicht blos von ihrer ſpecifiſchen Unipolarität abhangen, ſondern er müſſe ſeinen Grund hauptſächlich in der Intenſität ihrer Polarität im Allgemeinen haben.

Einige Körper müßten einer innigeren Polariſation fähig ſeyn, als andere, und daher auch eine ſtärkere Neigung beſitzen, die in ihren Polen vertheilte Elektricität zu neutraliſiren, d. h. ſie müßten mit ſtärkern Verwandtſchaftsgraden als andere Körper verſehen ſeyn, ſo daß die Affinität eigentlich in der Intenſität der Polariſation beſtehe. Daher vereinige ſich der Sauerſtoff eher mit dem Schwefel, als mit dem Bleye; denn wenn auch die beyden erſtern Stoffe einerley Unipolarität beſäßen, ſo neutraliſire doch der poſitive Pol des Schwefels eine größere Menge negativer Elektricität in dem vorherrſchenden Pole des Sauerſtoffs, als der poſitive Pol des Bleyes zu neutraliſiren vermöge.

Der Grad der elektriſchen Polarität der Körper ſcheine keine ſtetige Größe zu ſeyn, ſondern ſey vielmehr von der Temperatur ſehr abhängig, durch welche er verſtärkt und durch deren Modificationen er mancherley Veränderungen unterworfen werde. Man müſſe daher die ſpecifiſche Polarität der Körper und ihre Polariſationsfähigkeit wohl von einander unterſcheiden; denn eine große Anzahl von denjenigen Körpern, welche bey gewöhnlicher Temperatur der atmoſphäriſchen Luft eine ganz geringe Polarität beſitzen, nähmen in der Rothglühehitze einen hohen Grad derſelben an. Andere dagegen, die eine ſehr geringe Polarität beſitzen, näherten ſich bey niederer Temperatur dem Maximum derſelben und manche von ihnen verlören ſie bey höhern Wärmegraden gänzlich, wie z. B. das Gold. Hieraus könnten wir es begreiflich finden, wie bey einer niedrigen Temperatur; bey welcher Schwefel und Kohle keine Veränderung erlitten, der Phosphor ſich ſchon oxydiren könne. Ferner werde dadurch begreiflich, wie Körper, die bey höhern Temperaturen ſich vereinigten, bey niedrigen Wärmegraden gar keine Einwirkung auf einander zeigten, weil die zur Vereinigung nöthige Intenſität der Polariſation erſt bey den höhern Wärmegraden eintrete; auch ſey daraus die Urſache leicht einzu-

ſehen, warum die Verwandtſchaften der meiſten Körper erſt bey höhern Temperaturgraden wirkſam würden.

Sey die elektrochemiſche Neutraliſation einmal erfolgt, ſo müſſe ſie fortbeſtehen, bis ſie durch andere elektriſche Kräfte, die ihr das Gegentheil hielten, wieder aufgehoben werde, wo dann die Theilchen ihre frühere Unipolarität auf dieſelbe Weiſe, wie bey Entladung der elektriſchen Säule, wieder annähmen. Warum die elektriſche Polarität durch die Temperatur erhöhet werde, ſey uns unbekannt; daß dies aber in allen Fällen geſchehe, wo wir eine elektriſche Polarität mit unſern Werkzeugen wahrnehmen und meſſen könnten, davon hätten wir poſitive Beweiſe. Ueberdies werde zur Vereinigung zwiſchen polariſirten Theilchen nothwendig erfordert, daß wenigſtens die kleinſten Theilchen des einen Körpers beweglich ſeyen, und den entgegengeſetzten Polen des andern Körpers ſich mit einer gewiſſen Leichtigkeit zuwenden könnten. Dieſe Beweglichkeit finde aber inſonderheit bey Flüſſigkeiten Statt; daher gehe eine Vereinigung zwiſchen zwey feſten Körpern entweder nie, oder höchſt langſam, dann aber weit leichter vor ſich, wenn der eine, und am allerleichteſten, wenn beyde Körper in flüſſiger Geſtalt ſeyen.

Da jedes polariſirte Theilchen einen, der Intenſität ſeiner Polariſirung angemeſſenen Wirkungskreis haben müſſe, ſo folge daraus, daß eine Vereinigung nur innerhalb dieſes Wirkungskreiſes Statt finden könne, und daß in dem Falle, wenn die Theilchen in einer zu weiten Entfernung von einander kommen, ihre gegenſeitige Einwirkung auf einander in gleichem Verhältniſſe ſich vermindern müſſe. Daher vereinigten ſich flüſſige Körper leicht und faſt unter allen Temperaturen. Gasförmige dagegen bedürften oft der Beyhülfe der Wärme, und wenn ſie durch Aufhebung des Luftdrucks verdünnt würden, ſo daß die Entfernung zwiſchen ihren kleinſten Theilchen vergrößert werde, verſchwinde auch ihre gegenſeitige elektrochemiſche Wirkſamkeit. So erfordere z. B. ein ſtark verdünntes

Gemenge von Sauer= und Waſſerſtoffgas eine höhere Temperatur zum Entzünden und Fortbrennen, weil die Entfernung zwiſchen den Theilchen des Sauer= und Waſſerſtoffs den gewöhnlichen Kreis ihrer Wirkſamkeit überſteige.

Die elektrochemiſchen Eigenſchaften der oxydirten Körper ſeyen faſt immer ausſchließend von der Unipolarität ihrer elektropoſitiven Elemente unabhängig; ein Oxyd verhalte ſich in der Regel gewöhnlich elektronegativ gegen andere Oxyde, wenn ſein Radikal zu den Radikalen dieſes letztern ſich elektronegativ verhalte, und umgekehrt. So z. B. ſey Schwefelſäure elekronegativ gegen alle Metalloxyde, weil ſich der Schwefel ſelbſt gegen alle Metalle negativ verhalte. Dagegen ſeyen die Oxyde vom Kalium und Zink poſitiv gegen alle diejenigen oxydirten Körper, zu deren Radikalen Kalium und Zink ſich poſitiv verhielten.

Dieſe Thatſache, deren Grund uns verborgen ſey, berichtige einen falſchen Begriff über das Säuerungsprincip, das in der antiphlogiſtiſchen Chemie im Sauerſtoff angenommen werde. Es ſey nunmehr gefunden, daß dieſes Säuerungsprincip in dem Radikale der Säuren liege, und daß der Sauerſtoff dabey eine ſo indifferente Rolle ſpiele, daß er eben ſo gut in die ſtärkern Salzbaſen, d. h. in die elektropoſitiven Oxyde, als in die ſtärkſten Säuren oder elektronegativen Oxyde, eingehe. Gleichwohl geſchehe es zuweilen, daß ein elektropoſitives Oxyd durch höhere Oxydationen weniger poſitiv werde, und ſich mehr dem Elektronegativen nähere, wie z. B. das Zinnoxyd. Allein bey den ſtärkſten Baſen, z. B. Kali und Natron, könne zwar ein Zuwachs von Sauerſtoff die elektropoſitive Reaction aufheben, aber keinesweges eine elektronegative hervorbringen; und auf dieſe Art bildeten ſich die Superoxyde der ſtärkern Salzbaſen.

Nach dieſer Vorſtellung über das Beziehen der Körper zur Elektricität würde folgen, daß alles das, was wir chemiſche Affinität oder Verwandtſchaft nennen,

ſammt allen ihren Abänderungen nichts anders iſt, als die Wirkung der elektriſchen Polarität der kleinſten Körpertheilchen; daß ferner die Elektricität die erſte Urſache aller chemiſchen Wirkungen iſt; daß ſie die Quelle des Lichtes und der Wärme iſt, und als ſolche, unter veränderter Geſtalt, als ſtrahlendes Licht und Wärmeſtoff, den Weltraum ausfüllt, und endlich, aus noch nicht erforſchten Urſachen bald als vertheilte Elektricität bald als Wärme ſich darſtellt, in dem erſten Falle aber allemal für unſere äußere Sinne in Geſtalt von Licht und Wärme verſchwindet.

Die angeführten Theorien über den Elektro-Chemismus ſetzen voraus, daß zwey Körper, welche in eine Verbindung treten wollen, erſt in zwey entgegengeſetzte elektriſche Zuſtände gerathen; daß dieſe Zuſtände bis zum Augenblicke der Vereinigung zunehmen, und daß alsdann Neutraliſation der beyden Elektricitäten Statt findet, welche ein Freywerden der Wärme veranlaßt. Becquerel [α]) bemerkt aber, daß ſich hienach nicht erkläre, welche Urſache die Theile nach dem Verſchwinden ihrer beyderſeitigen Elektricitäten noch zuſammenhalten könne. Dies ſey einer von den Gründen, welche Herrn Ampère in derjenigen Anſicht befeſtigt hätten, welche er ſich ſchon ſeit langer Zeit von der Art, wie die Elektricität bey den chemiſchen Verbindungen wirke, entworfen habe.

Nach der Meinung dieſes Phyſikers, welche er in einem Briefe an Van-Beck [β]) ausgeſprochen habe, befänden ſich die Theilchen der Körper in einem bleibenden elektriſchen Zuſtande, der von ihrer Natur abhange: ein Sauerſtofftheilchen z. B. ſey ſtets im elektronegativen Zuſtande, zerſetze dadurch das umgebende neutrale Fluidum, ſtoße die negative Elektricität zurück und ziehe die poſitive an, welche um daſſelbe eine Art von Atmoſphäre

α) Annales de chimie et de physique. p. *Gay-Lussac* et *Arago*. Tom. XXIII.

β) Journal de physique. 1821.

bilde, die die negative Elektrität des Theilchens gebunden hatte, und es dadurch am freyen Hervortreten ihrer Wirkung nach Außen hindere. Ein Waſſerſtofftheilchen dagegen, welches beſtändig poſitiv ſey, ſey mit einer Atmoſphäre negativer Elektricität umgeben, und eben ſo befänden ſich alle Körper, welche ſich zur Säure neigten, im Fall des Sauerſtoffs, alle, welche ſich zur Alkalität neigten, im Fall des Waſſerſtoffs. Dieſem Princip nun zu Folge, wenn zwey Metalle mit einander in Berührung kommen, werde, da das elektriſche Fluidum, welche die Theilchen jedes Metalles umgebe, wegen ihrer verſchiedenartigen Beſchaffenheit, in verſchiedenen Verhältniſſen aus poſitiver und negativer Elektricität zuſammengeſetzt ſey, das Fluidum, welches die Atmoſphären der Theilchen des einen Metalls bilde, ſich zum Theil mit dem Fluidum, der Atmoſphäre des andern Metalls zu verbinden ſtreben, und da dieſe Atmoſphären ſolchergeſtalt partiell verſchwänden, ſo würden nun die, den Theilchen eigenthümlichen, Elektricitäten aufhören, gebunden zu ſeyn, und ſofort ſich nach Außen wirkſam äußern.

Geſetzt nun, das Zink und das Kupfer befänden ſich mit den beyden Enden des Drahts eines galvaniſchen Multiplikators durch einen Körper, deſſen elektromotoriſche Wirkung ſich vernachläſſigen laſſe, in Verbindung, ſo werde das Kupfer, welches ſich gegen das Zink im elektronegativen Zuſtande befinde, die poſitive Elektricität des Drahtes anziehen, und die andere abſtoßen, welche letztere dagegen die Windungen durchlaufen und vom Zink angezogen wird. Auf dieſe Art werde das neutrale Fluidum im Drahte zerſetzt, und ſeine Beſtandtheile bildeten um die Theilchen des Zinks und Kupfers ähnliche Atmoſphären, als die, welche die Theilchen beſeſſen hätten, bevor ſie in Verbindung mit einander gebracht worden; daure aber die Berührung fort, ſo vernichteten ſie ſich abermals, und bewirkten ſo, daß ein fortdauernder elektriſcher Strom entſtehe, welcher vom Zink zum Kupfer ſich bewege.

Setze man nun an die Stelle des Kupfers eine ſaure und an die Stelle des Zinks eine alkaliſche Subſtanz. Käme die Säure mit dem Alkali blos ſo in Berührung, daß keine Verbindung zwiſchen ihnen Statt finde, ſo würden die Erfolge noch die vorigen ſeyn; verbinden ſich aber die ſauren und alkaliſchen Theilchen zu einem Neutralſalze, ſo werden, da die jedem derſelben eigenthümliche Elektricität nun ſchon durch die der andern gebunden wird, die Theilchen des Neutralſalzes keiner elektriſchen Atmoſphäre mehr bedürfen. Die Theilchen des Alkali's und der Säure laſſen daher die ſie umgebende Elektricität fahren; ein Theil beyder vereinigt ſich in der Auflöſung und bringt eine Temperaturerhöhung derſelben hervor; wenn aber die Säure und das Alkali mit den beyden Enden des Multiplikatordrahts in Verbindung ſtehen, ſo folgt ein Theil auch dem Draht, um in dieſem ſich zu vereinigen, und dann wird die poſitive Elektricität der Atmoſphären der Säuretheilchen in den Draht auf der Seite übergehen, wo er mit der Säure in Verbindung ſteht; während die negative Elektricität, welche die Alkalitheilchen umgab, im nämlichen Draht die Richtung vom Alkali zur Säure verfolgt, wodurch ein umgekehrter elektriſcher Strom, als der entſteht, welchen man bey der einfachen Berührung beobachtet.

Ferner bemerket Becquerel, daß die elektriſchen Erſcheinungen im Augenblicke der chemiſchen Einwirkung zweyer Subſtanzen keinesweges verſchwinden, wie Davy und Berzelius vorausgeſetzt haben. Wenn nämlich die chemiſche Wirkung ſchwach iſt, ſo läßt ſich mittelſt eines ſehr empfindlichen Condenſators Elektricität im Augenblicke der chemiſchen Verbindung anſammeln, wie z. B. wenn man Eiſen oder Zink in Waſſer oder ſehr verdünnte Schwefelſäure taucht. In dieſem Falle zeigt das Metall freye negative, das Waſſer freye poſitive Elektricität; das Platin, das Gold u. ſ. w. welche nicht durch dieſe beyden Flüſſigkeiten angegriffen werden, nehmen dagegen die poſitive Elektricität an.

Bey kräftiger chemiſcher Wirkung aber hielt es ſchwer, mittelſt des Condenſators Spuren von Elektricität wahrzunehmen; es ſchien, als ob die hiebey frey werdende Elektricität keine hinlängliche Spannung beſitze, um ſich auf dem Condenſator anhäufen zu laſſen. Hiebey wirft Becquerel die Frage auf: ſollte hiebey nicht ſtrömende Elektricität erzeugt werden? Es könnte z. B. beym Act der Verbindung einer Säure mit einem Alkali wol möglich ſeyn, daß die Säuretheilchen eine Elektricität frey werden ließen, die Alkalitheilchen die andere, und daß beyde ſich faſt ſofort in der Flüſſigkeit wieder vereinigten. Zu dergleichen feinen Verſuchen gebrauchte Becquerel den elektro-chemiſchen Multiplikator von Schweigger.

Um ſich hiebey vor Trüglichkeit zu ſichern, führet Becquerel zuförderſt einige Umſtände an, wobey Zuſammenſetzungen der Wirkungen erfolgen können. Die chemiſchen Wirkungen z. B. veranlaſſen Temperaturveränderungen, welche an und für ſich ſelbſt elektriſche Effecte zu Wege bringen. Man muß daher zuvor auf die elektriſchen Ströme Acht haben, welche man in einer ganz metalliſchen Kette in Folge einer Temperaturverſchiedenheit beobachtet. Die thermo-elektriſchen Wirkungen gaben hievon auffallende Beyſpiele. M. ſ. den Artikel: **Thermo-Magnetismus.**

Da ferner die ſauren und alkaliſchen Auflöſungen elektrometriſche Wirkungen auf die Metallgefäße äußern, in welchen ſie enthalten ſind, ſo wird man auch ſolche Vorkehrungen treffen müſſen, um gegen ſie geſichert zu ſeyn.

Becquerel unterſuchte zuerſt die Verbindungen der Säuren mit den Alkalien. Er nahm zwey Schälchen von Porzellan von gleichen Dimenſionen, goß in die eine eine alkaliſche, in die andere eine ſaure Auflöſung, und verband beyde Flüſſigkeiten durch eine Platinplatte. Tauchte er nun in jedes Schälchen eines der Enden des Multiplikators, ſo war kein elektrodynamiſcher Erfolg

ſichtbar, weil die elektrometriſchen Wirkungen der Platinplatte durch Eintauchen der beyden Drahtenden vom nämlichen Metall aufgehoben wurden. Legte er jetzt auf die verbindende Platte einen Docht von Amiant, ſo daß er mit jedem ſeiner Enden in eine der Flüſſigkeiten tauchte; ſofort ſtiegen die Theile beyder Flüſſigkeiten vermöge capillarer Wirkung der Amiantfäden in denſelben auf; die chemiſche Wirkung fing ſogleich an, und man erhielt einen elektriſchen Strom, welcher von der Säure zum Alkali ging. Die Säuretheilchen gaben daher zu dieſem Strome die poſitive und die Alkalitheilchen die negative Elektricität.

Um auszumitteln, was während der Verbindung einer Säure mit einem Metall unabhängig von jeder elektrometriſchen Wirkung von Seiten der beym Verſuch angewandten Agentien vorgehe, verfuhr Becquerel auf folgende Art: es ward eine Goldplatte umgeben mit einem Streifen Joſephpapier zwiſchen die beyden Schenkel einer Platinzange befeſtiget, welche an eines der Enden eines galvaniſchen Multiplikators gefüget worden; das Ganze wurde in ein Porzellanſchälchen getaucht, welches mit Salpeterſäure gefüllt war, und das andere Ende des Drahtes, welches ebenfalls aus Platin beſtand, wurde mit der nämlichen Säure in Verbindung geſetzt. Es war kein elektriſcher Erfolg wahrzunehmen, wie man leicht vorausſehen konnte, weil theils keine chemiſche Wirkung Statt fand, theils die elektrometriſche Wirkung der Säure auf das Gold ſchwach war, und endlich die Wirkung der nämlichen Säure auf das Platin wegen des damit getränkten Papiers zu beyden Seiten gleich war; ſetzte man aber einen einzigen Tropfen Salzſäure hinzu, ſo ward das Gold in demſelben Augenblicke angegriffen, und die Magnetnadel gab durch ihre Ablenkung zu erkennen, daß die Säure, wie beym vorigen Verſuch, die poſitive und das Gold die negative Elektricität angenommen hatte. Da die Gegenwart eines einzigen Tropfens Salzſäure zur Hervorbringung dieſer

Wirkung hinreichte, ſo war hiedurch nachgewieſen, daß die chemiſche Wirkung die einzige Urſache des elektriſchen Stroms ſey. Hiebey bemerket Becquerel noch, daß die ſehr geringe Menge von Salzſäure nur dazu dienen konnte, das Gold anzugreifen; denn das Platin verlangt zu ſeiner Auflöſung eine zweckmäßige Miſchung von Salpeter- und Salzſäure. Auch muß das Papier, welches die Platinplatten umgiebt, vollkommen mit der, mit einigen Tropfen Salzſäure verſetzten, Salpeterſäure getränkt ſeyn; widrigenfalls man einen, aus der Vermiſchung beyder Säuren hervorgehenden elektriſchen Strom erhalten würde.

Um zu unterſuchen, was bey der Wirkung der Salpeterſäure auf das Kupfer vorgehe, bediente ſich Becquerel der beyden Enden eines Kupferdrahtes, welcher die Windungen eines Multiplikators bildete; eins dieſer Enden brachte er zum Glühen, und tauchte es in eine Auflöſung von Gummilack in Alkohol. Die leichte Firnißſchicht, womit es ſich überzog, ſchützte es vor der Wirkung der Säure, wenn die Berührung nur von kurzer Dauer war, und raubte ihm ſeine leitende Eigenſchaft nicht ganz. Tauchte er jetzt die beyden Enden des Drahtes in concentrirte Salpeterſäure, ſo fand nur auf einer Seite chemiſche Wirkung Statt, und ein elektriſcher Strom war die Folge derſelben, welcher den Windungen des Multiplikators in der Richtung vom Metall zur Säure folgte; wobey das mit Firniß überzogene Ende diejenige Elektricität annahm, welche die Säuretheilchen frey werden ließen. Wenn die Säure mit ungefähr der Hälfte ihres Gewichtes Waſſer verdünnt war, ſo nahm der elektriſche Strom eine entgegengeſetzte Richtung, d. h. dieſelbe Richtung, als da die Salpeterſäure auf das Gold wirkte an.

Herrn Becquerel war es nun darum zu thun, nachzuweiſen, daß die angeführten elektriſchen Wirkungen nicht von den Temperaturveränderungen abhingen. Zur Erreichung dieſer Abſicht befeſtigte er an eines der En-

den eines Kupferdrahtes einen kupfernen Löffel, brachte ihn in ein mit Eis gefülltes Porzellanſchälchen, und goß einmal concentrirte, das anderemal verdünnte Salpeterſäure hinein. Tauchte er nun in die Säure das andere mit der Firnißſchicht überzogene Drahtende, ſo wurde in beyden Fällen noch dieſelbe Art des Erfolgs als bey den vorigen Verſuchen wahrgenommen. Hier mußte nun die während der chemiſchen Wirkung frey gewordene Wärme zur Schmelzung des Eiſes verwendet werden: das kupferne Drahtende und der kupferne Löffel beſaßen mithin ungefähr ein und dieſelbe Temperatur, und der entſtandene elektriſche Strom ließ ſich folglich nicht auf Rechnung einer Temperaturverſchiedenheit ſchreiben, wie man wohl zu thun geneigt ſeyn möchte. Noch fügte er hinzu, daß, wenn die Temperaturerhöhung Urſache des elektriſchen Stromes geweſen wäre, die poſitive Elektricität nach einem früher gemachten Verſuche immer von den angegriffenen Drahtende hätte ausgehen müſſen, weil bey der Wirkung der Salpeterſäure auf das Kupfer ohne Zweifel die Platte ſich raſcher erwärmen mußte, als die Säure, indem die Metalle beſſere Wärmeleiter, als die Flüſſigkeiten, ſind. Dieſer Erfolg fand aber nur in dem Falle, da die Säure concentrirt war, Statt; ſo daß es mithin nöthig war zu beweiſen, daß die elektriſchen Erſcheinungen, welche während der chemiſchen Wirkungen Statt hatten, wirklich vom Spiel der Verwandtſchaften herrührten.

Auf dieſelbe Art wird beobachtet werden können, was bey der Wirkung irgend anderer Säuren auf beliebige Metalle vor ſich geht. Die concentrirte Salpeterſäure gab ebenfalls bey ihrer Wirkung auf Zink, Silber u. ſ. w. negative Elektricität her, poſitive dagegen, wenn ſie mit Waſſer verdünnt war. Die Salzſäure zeigte concentrirt, oder mit Waſſer verdünnt, ähnliche Wirkungen auf die meiſten Metalle. Hieraus ergab ſich, daß im Allgemeinen eine Säure während ihrer Wirkung auf ein Metall die negative oder poſitive Elektricität annimmt,

je nachdem ſie concentrirt, oder mit Waſſer verdünnt iſt. Indeſſen geſchah es zuweilen, wie beym Eiſen, daß ein Theil des Oxyds, welches ſich während der Wirkung der concentrirten Salpeterſäure ergab, an der Oberfläche des Metalls hangen blieb, und eine Zuſammenſetzung der elektriſchen Erſcheinungen veranlaßte, vermöge deren der elektriſche Strom von der Säure zum Metall ging. Dieſe Reſultate laſſen ſich, bemerkt Becquerel, weder nach der Theorie von Davy noch nach der von Berzelius erklären; indem nach dieſen beyden Chemikern alle elektriſche Wirkung im Augenblicke der erfolgenden Verbindung verſchwinden müſſe. Die Theorie von Ampère dagegen gebe davon Rechenſchaft; obwol ſie geradezu behaupte, daß die elektriſchen Wirkungen, welche bey den chemiſchen Verbindungen hervortreten, die umgekehrten von denen ſeyen, welche man bey der Berührung wahrnehme; er habe aber gefunden, daß dies ſich nicht immer ſo verhalte, wie z. B. wenn die concentrirte Salpeterſäure auf das Kupfer wirke, ſo habe doch Ampère eine ſinnreiche Erklärung dieſer Art Anomalie zu geben vermocht. Er nahm zuerſt als Grundſatz an, daß bey der chemiſchen Wirkung einer Säure auf eine Baſe oder auf ein Metall die elektriſchen Atmoſphären der ſauren und alkaliſchen Theilchen ſich entweder durch die Flüſſigkeit oder durch den Metalldraht, welcher die beyden Körper verbinde, hindurch vereinige. Die erſten ließen poſitive, die andern negative Elektricität entweichen. Sey aber die Flüſſigkeit ein ſehr guter Leiter, wie die meiſten concentrirten Säuren, ſo werde es nach Ampère geſchehen können, daß die beyden Atmoſphären ſich ſchneller vereinigten, als die materiellen Theilchen, welche wegen ihrer Trägheit eine gewiſſe, obwol nur eine ausnehmend kurze Zeit dazu erforderten. Bey dieſer Annahme fänden ſich dieſe Theilchen während einer ganz kurzen Zeit im nämlichen Fall, als wenn keine Verbindung Statt hätte; und da dieſer Verbindung Stetigkeit zukomme, ſo folge, daß die concentrirte Säure negative Elektricität hergeben

müſſe. Was dieſer Anſicht Wahrſcheinlichkeit gebe, ſey, daß, wenn die ſehr mit Waſſer verdünnte Säure viel ſalpeterſaures Kupfer enthalte, die Säure das Streben zur Annahme der poſitiven Elektricität zeige, welches ſich durch die Annahme erkläre, daß die Gegenwart eines Salzes das Leitungsvermögen der Auflöſung verſtärke; wodurch ſie unter dem Fall der concentrirten Salpeterſäure trete.

Die Miſchung einer concentrirten ſauren Auflöſung mit einer andern minder concentrirten der nämlichen Beſchaffenheit bringe elektriſche Effecte hervor, in deren Folge die erſte poſitive, die zweyte negative Elektricität hergebe. Sey die Auflöſung alkaliniſch, ſo ſey der Erfolg umgekehrt. Demnach verhalte ſich von zwey gleichartigen Säuren die concentrirten zu der minder concentrirten wie eine Säure bey ihrer Verbindung mit einem Alkali oder einer Baſe; während bey der Vereinigung zweyer Alkalien die minder concentrirte Auflöſung die Rolle der Säuren ſpiele.

Von dieſen Erſcheinungen könne man ſich Rechenſchaft geben. Wenn man nämlich eine concentrirte ſaure Auflöſung mit einer andern vermiſche, die mit Waſſer verdünnt ſey; ſo erfolge Verbindung der Säure mit dem Waſſer: nur ſpiele letzteres die Rolle eines Alkali gegen die Säure; man müſſe mithin die nämlichen elektriſchen Erfolge erhalten, welche man bey der Verbindung der Säuren mit den Alkalien beobachte; und dies ſey in der That der Fall, indem die concentrirte Säure die poſitive Elektricität zum Strome hergebe. Bey der Miſchung einer concentrirten alkaliſchen Auflöſung mit einer andern minder concentrirten würden dagegen die elektriſchen Erfolge ſich umgekehrt verhalten müſſen, weil hier das Waſſer die Rolle der Säure gegen das Alkali ſpiele.

Als die elektrometriſchen Wirkungen der Metalle auf das Waſſer von Becquerel unterſucht wurden, ſo ergab ſich, daß diejenigen, welche es zerſetzten, die negative Elektricität zu erkennen gaben; die dagegen dieſe Eigen-

ſchaft nicht beſaßen, poſitiv elektriſch wurden. Hieraus ergab ſich alſo, daß entgegengeſetzte Wirkungen der Körper hervorgebracht werden, welche man alle als mehr oder weniger elektroſkopiſch gegen das Waſſer annimmt, und dies bloß vermöge des Unterſchiedes, daß die einen ohne chemiſche Wirkung auf daſſelbe ſind, während es die andern zerſetzen. Da ſich alſo die Erſcheinungen der Contactelektricität umgekehrt als diejenigen verhalten, welche Statt haben, wenn die Berührung eine wenig intenſive chemiſche Wirkung zur Folge hat, ſo ſtimmt es mit den Verſuchen ganz zuſammen, daß die Metalle, welche keiner Waſſerzerſetzung fähig ſind, poſitiv elektriſch werden, während die leicht oxydirbaren negative Elektricität geben.

Die Eigenſchaften des Platins und des Goldes können dadurch beträchtlich geſteigert werden, wenn man dieſe Metalle in Salpeterſäure taucht und alsdann wäſcht, oder auch, wenn man ſie einer höhern Temperatur ausſetzt, bevor man ſie in Berührung mit Waſſer bringt. Die Modificationen, welche hiebey an den Oberflächen dieſer Metalle vorgehen, ſind ohne Zweifel dieſelben, als diejenigen, durch welche die Verbindung des Sauerſtoffs und Waſſerſtoffs in einem detonirenden Gemenge von Seiten eines neuen Platindrahts bewirkt wird, welcher zuvor geglüht und dann abgekühlt oder einige Augenblicke hindurch in eine Säure getaucht worden iſt. Das Platin oxydirt ſich zwar nicht merklich in freyer Luft; gleichwol wäre es aber doch möglich, daß eine geringe unmerkliche Oxydation auf ſeiner Oberfläche dadurch bewirkt werde. In dieſem Falle könnte die Salpeterſäure ſich dadurch wirkſam erweiſen, daß ſie die ausnehmend dünne Oxydſchich auflößte, und die Glühehitze dadurch, daß ſie dieſelben reducirte. Auch könnte es wol ſeyn, daß die Säure oder das Feuer nur durch Zerſtörung der fremden Körpertheilchen wirkſam würden, welche ſich gewöhnlich an die Oberfläche aller Körper anhängen. Nach beyden Annahmen würde das Platin durch ſolche Vorbe-

reitung in den geeignetſten Zuſtand gebracht werden, um ſeine elektriſchen Effecte auf das Waſſer merklich zu äußern.

Aus Thatſachen, welche ſich auf die elektro-chemiſche Theorie gründen, wollte Davy a) die wichtige Entdeckung gemacht haben, das Kufer, welches zum Beſchlagen der Schiffe dient, vor der zerfreſſenden Eigenſchaft des Meerwaſſers zu ſchützen; es ſollte nämlich ein erbſengroßes Stück Zink vollkommen hinreichen, vierzig bis funfzig Zoll Kupfer im Meermaſſer vollkommen unverſehrt zu erhalten, und dies, an welche Stelle es auch gebracht wird. Nach ſeiner Theorie liegt der Grund in folgenden: das Kupfer iſt ein in der elekro-chemiſchen Reihe ſchwach poſitives Metall, und kann daher auf das Meerwaſſer nur wirken, inſofern es ſich in einem poſitiven Zuſtande befindet; wenn man es mithin leicht negativ machte, ſo könnte das Meerwaſſer keine zerfreſſende Wirkung darauf mehr äußern. Becquerel macht hiebey noch die Bemerkung, daß die Theorie noch einige nähere Beſtimmung erfordere, um ſie mit der Erfahrung in Uebereinſtimmnug zu bringen. Zuvörderſt äußere das Kupfer bey ſeiner Berührung mit dem Meerwaſſer keine poſitive Elektricität; vielmehr werde es nach obigen Erfahrungen negativ; da indeſſen eine chemiſche, allerdings nur ausnehmend ſchwache, Wirkung Statt habe, und hier die elektriſchen Effekte die umgekehrten von denen ſeyn, welche man im Fall bloßer Berührung ohne chemiſche Wirkung wahrnehme, ſo folge, daß die Kupfertheilchen ſich eigentlich wirklich elektropoſitiv zu denen des Meerwaſſers verhielten, und dem Condenſator negative Elektricität abgeben müßten, nach Ampère's Theorie, welche elektriſche Atmoſphären um die Theilchen annehme. Berühre man das Kupfer mit einem elektropoſitiven Metalle, wie dem Zink, ſo werde es bekanntlich negativ;

---

a) Annales de chemie et de physique. p. *Gay-Lussac* et *Arago*. Tom. XXVI. p. 89.

daher befinde es ſich alsdann in einem geeigneten Zuſtande, die Theilchen des Meerwaſſers zurückzuſtoßen, welche ſelbſt elektronegativ ſind; auch werde ſo eine chemiſche Vereinigung unmöglich gemacht. Die von Davy angeführte Entdeckung hat doch dem Erfolge bey der wirklichen Anwendung an Schiffen nicht ſo entſprochen, wie man wol es gewünſcht hätte.

Becquerel ſucht nun noch die ſchwierige Frage aufzuklären: wie können die Theilchen eines Körpers bald die Rolle elektronegativer, bald die elektropoſitiver Elemente gegen verſchiedene Körper ſpielen? Ampère löſe dieſe Schwierigkeit folgender Maaßen: Wenn man ſage, daß ein Theilchen elektropoſitiv ſey, behaupte man damit nicht: daß es nur poſitive Elektricität enthalte, ſondern blos, daß es mehr poſitive als negative Elektricität beſitze; übrigens aber mit neutralen elektriſchen Fluidum, gleich allen Körpern, verſehen ſey. Wenn folglich zwey elektropoſitive Theilchen in die Wirkungſphäre von einander kämen, ſo werde das nämliche eintreten können, als bey der Erſcheinung, wo die Abſtoßung ſich in Anziehung verwandele. Das Theilchen, welches weniger poſitiv ſey, werde ſich alsdann als ein elektronegatives Element verhalten. Berzelius, welcher annehme, daß die Atome der Körper jedes zwey elektriſche Pole beſitzen, welche durch die Wärme verſtärkt werden könnten, und deren ungleiche Intenſität Urſach der verſchiedenen Stärke ſey, mit welcher ſich ihre Verwandtſchaften äußerten, erkläre durch dieſe Anſicht, wie ein Körper in einer Verbindung als elektropoſitiv, in einer andern als elektronegativ auftreten könne. Allein dieſe Theorie vermöge keine Rechenſchaft von den beobachteten Thatſachen zu geben. Damit ſie dies könnte, wäre anzunehmen erforderlich, daß der elektriſche Zuſtand jedes Pols bleibend ſey, und daß jedes Atom eines Körpers mit elektriſchen Atmoſphären umgeben ſey, welche durch die Atmoſphären der Atome des Körpers, mit dem ſich je-

ner verbinde, neutraliſirt zu werden vermöchten. Durch eine ſolche Vereinigung der Berzelius'ſchen Theorie mit der Ampère'ſchen laſſen ſich viele Schwierigkeiten heben. Die elektriſche Polarität in den Atomen ſey um ſo annehmbarer, je mehr ſie durch die Polarität gerechtfertigt ſcheine, welche gewiſſe Mineralſubſtanzen durch die Wärme erlangten, und welche in den kleinſten Theilchen dieſer Subſtanzen vorhanden ſeyn müſſe.

Da alſo nach den neueſten Anſichten die Lehre der Verwandtſchaft von der Einwirkung der elektriſchen Kräfte der ſich verbindenden Subſtanzen abhängt, ſo würden wir ohne Zweifel im Beſitze eines Maaſes für die Grade der chemiſchen Anziehungen ſeyn, wenn es möglich wäre, ein Maas der dabey thätigen elektriſchen Kräfte aufzufinden. Berzelius hat bereits, wie oben angeführt worden, die chemiſche Beſchaffenheit der ſauren und alkaliſchen Stoffe nach ihrem elektriſchen Zuſtande zu beſtimmen geſucht. Iſt nämlich ein Körper beharrlich negativelektriſch, ſo hat er die Beſchaffenheit einer Säure; iſt er beharrlich poſitivelektriſch, ſo iſt er alkaliſch. Allein er fand eine Menge Anomalien von dieſen Geſetzen, welche er zu erklären nicht im Stande war. Becquerel ging weiter als Berzelius, und verſuchte, eine gewiſſe Beziehung zwiſchen dem Grade der Stärke feſtzuſetzen, womit zwey Körper ſich verbinden und der Quantität oder Art von Elektricität, welche während der chemiſchen Verbindung frey wird. Als Führer bey dieſen Unterſuchungen diente ihm folgender Verſuch: wenn man nach und nach in die concentrirte Salpeterſäure die beyden gleich glänzend gemachten Enden eines Kupferdrahts taucht, ſo verhält ſich das zuerſt eingetauchte Ende poſitiv zum andern, ſo daß, wenn jedes derſelben mit einem der Enden eines Multiplikatordrahts in Verbindung ſteht, der elektriſche Strom in ihm die Richtung vom zuerſt eingetauchten Ende nach dem andern zeigt. Becquerel fand aber in der Folge, daß der elektriſche Zuſtand der Säuretheilchen oft von dem Grade der Con-

centrirung dieſer Säure abhange, und es war ihm möglich, die ſcheinbaren Anomalien, welche bey den mancherley angeſtellten Verſuchen Statt fanden, auf eine genügende Art zu erklären. Taucht man nämlich nach und nach in concentrirte Salpeterſäure die beyden Enden eines Kupferdrahtes, ſo läßt jedes dieſer Enden eine Quantität poſitiver Elektricität entweichen, welche ohne Zweifel der Stärke proportional iſt, mit welcher die chemiſche Wirkung erfolgt: das zuerſt eingetauchte wird alſo die meiſte zu erkennen geben, es wird ſich wirklich als poſitiver gegen das andere verhalten, welches eine geringere Quantität davon fahren läß: letztere wird ſich ſchnell durch die negative Elektricität neutraliſirt finden, welche die Säure während ihrer Wirkung auf das eine und das andere Ende hervorgebracht hat, das zuletzt eingetauchte Ende wird ſonach einen Theil der negativen Elektricität der Säure fortpflanzen.

Ferner fand Becquerel, daß, wenn die Salpeterſäure mit Waſſer verdünnt war, und man nach und nach die beyden Enden eines Kupferdrahtes hineintauchte, das zuerſt eingetauchte, ſich negativ gegen das andere verhielt. Dies Reſultat läßt ſich ebenfalls durch die oben angeführten Thatſachen erklären, zu Folge deren das Kupfer, wenn es in mit Waſſer verdünnte Salpeterſäure getaucht wird, die negative Elektricität annimmt, ſo daß im Fall der concentrirten, wie der mit Waſſer verdünnten, Säure der elektriſche Strom ſich nach der nämlichen Richtung bildet, als wenn zwiſchen dem Kupfer und der Säure nur auf der Seite Wirkung Statt fände, auf welcher die chemiſche Wirkung am ſtärkſten iſt.

Geht man nun von dem Princip aus, daß, wenn eine concentrirte Säure ungleich auf beyde Enden eines Metalldrahts wirkt, der dadurch bedingte elektriſche Strom vom ſtärker angegriffenen Ende zum andern geht, und macht davon die Anwendung, um zu beſtimmen, welche von zwey Säuren, wie Salzſäure und Salpeter-

ſäure, ein Metall z. B. das Zink lebhafter angreift: ſo nehme man zwey Platinſchälchen, gieße in das eine Salzſäure, und in das andere Salpeterſäure, ſetze dann die beyden Flüſſigkeiten durch eine Platinplatte in Verbindung, um einen ununterbrochenen Umlauf hervorzubringen und die elektromotoriſchen Wirkungen der beyden Säuren auf die Platingefäße aufzuheben. Nun tauche man zu gleicher Zeit in jedes Schälchen eine vollkommen glatte Zinkplatte, um ſie dem Verſuche im nämlichen Zuſtande zu unterwerfen; im Augenblicke des Eintauchens wird man einen elektriſchen Strom haben, der von der Salzſäure zur Salpeterſäure geht. Es ſind folglich die elektriſchen Erſcheinungen unter dieſen Umſtänden die nämlichen, als bey den Verſuchen, wo Becquerel die Salpeterſäure ungleich auf die Enden eines Kupferdrahts wirken ließ. Die Salzſäure verhält ſich wie diejenige Salpeterſäure, welche die ſtärkere chemiſche Wirkung äußerte; Becquerel glaubt aus dieſer Vergleichung zu der Folge berechtigt zu ſeyn, daß die concentrirte Salzſäure das Zink ſtärker angreift, als die ebenfalls concentrirte Salpeterſäure.

Eben ſo fand Becquerel, daß die Salzſäure auch ſtärker auf das Kupfer, das Eiſen und das Zinn wirkt, als die Salpeterſäure.

Es frägt aber nun Becquerel, kann wohl die Stärke, mit welcher eine Säure auf eine Baſe wirkt, zum Maaße ihrer gegenſeitigen Verwandtſchaft dienen? Nach Becquerel läßt ſich dieſe Frage jetzt noch nicht entſcheiden; blos ſo viel läßt ſich einſehen, daß eine ſehr genaue Beziehung zwiſchen dieſen beyden Umſtänden obwalten muß, weil wahrſcheinlich die Theilchen einer Subſtanz ſich um ſo ſchneller nach denen einer andern hinbegeben müſſen, je mehr Verwandtſchaft zwiſchen ihnen Statt findet; ſo daß ſich ſonach von den obigen Reſultaten einige ſichere Beſtimmungen über das Maas der Verwandtſchaft erwarten laſſen.

Die bisher angeführten neuern Thatſachen beweiſen, daß bey der ſogenannten Affinität der Körper die Elektricität eine vorzügliche Rolle ſpielt. Ob aber hiebey die Nothwendigkeit der Hypotheſe, daß nämlich ohne Corpusculartheorie keine chemiſche Verbindung gedenkbar ſey, hervorgehe, ſcheint noch ſehr problematiſch zu ſeyn. Das Entſtehen ſowohl als auch das Weſen der Elektricität iſt noch viel zu wenig bekannt, als daß man nur wahrſcheinlich zu ſchließen berechtigt wäre, daß bey chemiſchen Vereinigungen die elektriſche Polarität als weſentliche Urſache angeſehen werden müßte. Vielmehr beweiſen unzählige Erfahrungen, daß Stoffe, welche mit einer großen chemiſchen Energie begabt ſind, in der Verbindung mit andern, dieſen erſt ihre Geſtalt oder Form aufdrucken; und hieraus ſcheint mit Gewißheit hervorzugehn, daß bey jedem gleichartigen Ganzen auf die Mitwirkung aller chemiſchen Potenzen geſehen werden müſſe. Da nun jedes chemiſche Ganze als ein mittleres Produkt aus allen ſeinen weſentlichen Beſtandtheilen erſcheint, ſo muß man auch die Form des Ganzen und ſeiner Theile als bedingt durch die Maſſe der einzelnen formenden Glieder, welche die Miſchung bewirken, betrachten; und man wird nicht eher ein richtiges Urtheil über die Bedingungen und das Weſen der Geſtalten oder Formen ausſprechen können, als bis man die Wirkſamkeit jedes der wägbaren und unwägbaren Faktoren, woraus ſich das Produkt gebildet, erkannt hat. Weit wahrſcheinlicher liegt daher der Grund der Verwandtſchaften der in Berührung kommenden, und ſich wechſelſeitig zerſetzenden Stoffe in der Einwirkung ihrer weſentlichen Kräfte oder Grundkräfte. Die elektriſche Kraft tritt bey der Berührung der verſchiedenen Körper in ganz verſchiedenen Graden hervor, und es richtet ſich dieſe keinesweges nach der Dichtigkeit derſelben. Es läßt ſich daher ſehr wohl denken, daß durch die Einwirkung aller Kräfte der in eine chemiſche Verbindung tretender Stoffe ihr inneres Weſen erzeugt wird, ohne die höchſt unwahrſcheinliche Hypotheſe annehmen zu dürfen,

daß keine elektriſche Polarität anders gedenkbar ſey, als bey wirklichen Atomen. Wenn es einmal erwieſen iſt, daß keine Materie ohne anziehende und zurückſtoßende Kraft gedenkbar iſt, ſo folgt auch ohne weiteres hieraus, daß alle Erſcheinungen in der Natur zuletzt auf dieſen Grundkräften beruhen müſſen, und daß dieſe die Thätigkeiten bey der Vereinigung der zuſammengeſetzten Körper ſind, welche ihnen ihre Geſtalten und Grundformen eindrucken.

M. ſ. **Klaproth's** Supplemente: Artikel: **Verwandtſchaft.** Berzelius über die Theorie der chemiſchen Proportionen. S. 60 ff. Davy über den Zuſammenhang zwiſchen den elektriſchen Kräften der Körper und ihren chemiſchen Verwandtſchaften in Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXVIII. S. 172 ff. Biot's Lehrbuch der Experimentalphyſik. überſ. von Fechner. B. IV. Leipz. 1725. S. 324 ff.

Veſta (Vesta) (N. A.) iſt ein im Jahre 1807 am 29. März vom Herrn D Olbers in Bremen am nördlichen Flügel der Jungfrau entdeckter neuer Planet, welcher von dem Herrn Ritter D. Gauß in Göttingen dieſen Namen erhalten hat. Er erſcheint gewöhnlich nur als ein Stern von 7ter Größe, und giebt faſt ein eben ſo funkelndes Licht von ſich, wie die Fixſterne. Dieſer Planet iſt der Sonne näher, als die drey Planeten Ceres, Juno und Pallas; die kleinſte Entfernung deſſelben von der Sonne beträgt 52250, die mittlere 57136 und die größte 62021 Erdhalbmeſſer. Er hat bald ſüdliche, bald nördliche Breite, und ſchneidet daher die Ekliptik in zwey Punkten unter dem Neigungswinkel von 7° 8′ 11″. Auch iſt er einer von denjenigen Planeten, welche zu den oberſten gehören, und es ſchließt daher ſeine Bahn unſere Erdbahn ein. Seinen Umlauf um die Sonne zwiſchen Mars und Jupiter macht er binnen 3 Jahren und 224 Tagen.

Seine größte Entfernung von der Erde beträgt 81396, und ſeine kleinſte 12705 Erdhalbmeſſer. Ue-

brigens haben die Aſtronomen demſelben das Zeichen (⚖) gegeben.

Vulkane (Zuſ. z. S. 309. Th. V). Ob es gleich ſchwerlich je wird ausgemacht werden können, über die Entſtehung der Vulkane genügende und in der Natur Statt findende Urſachen anzugeben, und alle dabey vorkommende Erſcheinungen zu erklären, ſo ſcheinen doch neuere Thatſachen, welche zur Aufhellung dieſes wichtigen Gegenſtandes beytragen, einer vorzüglichen Beachtung zu verdienen. Ohne Zweifel kommen bey dieſem fürchterlichen Schauſpiele eine Menge mitwirkender Urſachen zuſammen, welche in dem innern Baue der Erde aufzuſuchen ſind. Eine der erſten Meinungen über den Urſprung der Vulkane war die Entzündung der Stein- und Braunkohlenſchichten. Allein Herr Breislak *) führt dagegen an

1. daß man in Betrachtung ziehen müſſe, das verbrennliche Stoffe ſich nur in den auf das Urgebirge folgenden Formationen fänden, nie aber unter dem Granite, Gneuſe u. ſ. f. Nun ſey es aber als gewiß anzuſehen, daß der Heerd einiger Vulkane, wo nicht unter, doch in den Urgebirgen zu ſuchen ſey.

2. Seyen auch die Wirkungen, welche durch die Entzündung verbrennlicher Stoffe hervorgebracht würden, und die Art und Weiſe, wo dieſe Stoffe brennten, ſehr von den Erſcheinungen abweichend, welche bey den Vulkanen wahrgenommen würden. Ein Steinkohlenbrand werde nur immer ein Niedergehen der über ihm liegenden Schichten im Fortgange oder am Ende des Brandes veranlaſſen, aber keine vulkaniſche Eruptionen zu Stande bringen, wenn nicht etwa viel Schwefel, und noch ſchneller ſich entzündende Stoffe, wie z. B. Kohlenwaſſerſtoffgas mit atmoſphäriſcher Luft, Dünſte der Bergnaphtha u. ſ. f. mit verbrennten.

---

*) Lehrbuch der Geologie. B. III. Braunſchw. 1821. S. 1 ff.

3. Da die Verbrennung der Steinkohlen ruhig fortſchreite, und zuletzt ganz aufhöre, wenn der brennbare Stoff aufgezehrt ſey, derſelbe aber an demſelben Orte nicht wieder hervorgebracht werde; ſo ſcheine es ganz unmöglich zu ſeyn, die Urſache der ſo furchtbaren vulkaniſchen Explosionen in bloßen Verbrennungen verbrennlicher Subſtanzen zu ſuchen, beſonders da ſie ſich bald durch einen langen Zeitraum äußerten, bald gänzlich aufhörten, dann aber wieder mit mehr oder weniger Kraft ſich wirkſam zeigten.

Alle dieſe angeführten Gründe ſtreiten auch nach Breislak gegen die Meinung, daß es brennende Schwefelkieſe ſeyen, welche die vulkaniſchen Erſcheinungen veranlaſſen. Parrot [α]), v. Hoff [β]) und mehre Andere haben zwar die Meinung ſehr ſcharfſinnig zu vertheidigen geſucht, daß die Urſache der Vulkane in der Zerſetzung der Schwefelkieſe zu ſuchen ſey; allein es ſteht derſelben dieſe Thatſache entgegen: der ſchon gebildete Schwefelkies kann ohne Zutritt der Luft nicht zerſetzt werden. Lemery's angeführter Verſuch kann hiebey nichts erweiſen; denn Schwefel und Eiſen als Gemenge und als Gemiſch betrachtet ſind ſehr von einander verſchieden; gemengtes Eiſen mit Schwefel entzündet ſich im angefeuchteten Zuſtande, Gemiſche aber, wie Schwefelkieſe können Jahre lang unverändert im Waſſer liegen, und zerſetzen ſich nur, wenn ſie feucht erhalten werden, beym Luftzutritte. Nur große Hitze kann ſie ſchmelzen, kleinere blos röſten, wobey der Magnetkies wenig, der Schwefelkies aber die Hälfte Schwefels verliert, ehe er zu Magnetkies wird und ſchmelzbar iſt. Indeſſen läßt ſich doch unter gewiſſen Umſtänden darthun, daß bey vulkaniſchen Eruptionen der Schwefelkies eine Hauptrolle mit ſpielt, wie in der Folge erhellen wird.

α) Grundriß der theoretiſchen Phyſik. Th. III. Riga und Leipzig 1815. S. 255 ff.

β) Geſchichte der durch Ueberlieferung nachgewieſenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. Ein Verſuch. Th. II. — Geſchichte der Vulkane und Erdbeben.

H. Davy machte eine ſehr ſinnreiche Anwendung ſeiner Entdeckungen auf die Erklärung der vulkaniſchen Erſcheinungen. Seiner Anſicht zu Folge können die Metalle, welche die Baſis der Erden ſind, auf der Oberfläche der Erdkugel nicht in ihrer Reinheit dauerhaft vorhanden ſeyn; allein es iſt möglich, daß ſie einen Theil des Innern derſelben ausmachen. Setzte man nun voraus, daß das Waſſer und die atmoſphäriſche Luft bisweilen bis zu den Schichten der metalliſchen Subſtanzen eindringen, ſo könnte man durch dieſe Hypotheſe die vulkaniſchen Erſcheinungen, die Entſtehung der Laven und die durch die unterirdiſche Hitze verurſachten Erſchütterungen erklären. Nach Davy mußten unter ähnlichen Umſtänden bedeutende Wärmeentwickelungen Statt finden, und zugleich durch die Oxydation der metalliſchen Baſen mannichfaltig ſteinige und erdige Subſtanzen gebildet werden.

Breislak führet gegen Davy's Hypotheſe an, daß ſich hienach ebenfalls kein Grund angeben laſſe, auf welche Art die durch lange Jahrhunderte dauernde oder aufgehobene Thätigkeit der Vulkane an demſelben Orte möglich ſeyn könne. Ueberdem ſey die außerordentliche Leichtigkeit der Metalloide nicht mit dem bedeutenden ſpecifiſchen Gewichte in Uebereinſtimmung zu bringen, welches die innern Schichten unſers Erdkörpers haben müßten; und zugleich ſcheine es ſehr ſchwer zu begreifen, wie bey der Oxydation dieſer Subſtanzen ſich ſo viel Wärme entwickeln könne, um ſie als den großen Erſcheinungen verhältnißmäßig betrachten zu dürfen.

Pattin [a]) ſtellte eine neue chemiſche Theorie der Bildung der Vulkane auf, und ſetzt dabey als bewieſen voraus, daß die Vulkane, ohne Ausnahme ſich in der Nachbarſchaft der Meere befinden. Nach ihm beſteht die vorzüglichſte Nahrung der Vulkane in der Schwefelſäure, welche ſich täglich bildet, auf der Oberfläche des Meeres

---

[a]) Journal de physique. Mart. 1800.

im Zuſtande der Freyheit vorhanden iſt, und ihres eigenthümlichen Gewichtes wegen zum Grunde des Meeres hinabſinke. Hier fände ſie den Urthonſchiefer, dränge zwiſchen deſſen Blätter ein, träfe daſelbſt viele metalliſche Oxyde, raubte dieſen den Sauerſtoff, und verwandelte ſich ſo in oxygenirte Salzſäure. Die auf ſolche Art ihres Oxygens beraubten metalliſchen Subſtanzen empfingen dieſes jedoch aus der Luft und dem Waſſer zurück, und verlören es wieder durch einen neuen Zutritt von Salzſäure. Auf dieſe Weiſe entſtehe eine Kreiſung von Salzſäure, welche aus dem Meere ihren Urſprung erhielte, und durch Berührung mit metalliſchen Oxyden oxygenirt werde; dieſe aber blieben beſtändig Oxyde, weil ſie in eben dem Maaße, als ſie ihr Oxygen verlören, es auch von neuem wieder empfingen. Dieſe oxygenirte Salzſäure, angezogen von den Blättern des Thonſchiefers, welche die Stelle von Haarröhrchen verträten, pflanze ſich durch ſehr bedeutend große Räume fort, und da ſie allenthalben Schwefelkieſe vorfände, ſo zerſetze ſie ſolche mit Heſtigkeit. Hiedurch werde eine ſehr große Entwickelung von Wärme bewirkt, es bilde ſich Schwefelſäure, und durch den Kohlenſtoff werde das Waſſer zerſetzt. Ein Theil des Waſſerſtoffs dieſes Waſſers verbinde ſich mit dem Kohlenſtoffe und ein wenig Sauerſtoff, und bilde ſo Oel; die Schwefelſäure verbinde ſich mit dieſem Oele und erzeuge Bergöl. Der andere Theil des Waſſerſtoffgaſes entzünde ſich durch die neu gebildete oxygenirte gasförmige Schwefelſäure; auch das in Gasform übergehende Bergöl entflamme ſich, und ſo entſtehe der vulkaniſche Brand. Dieſer Brand würde aber nach Patrin bald aufhören, wenn nicht ein anderer Stoff hinzuträte, ſeine Thätigkeit zu vermehren. Nach ihm iſt dieſer Stoff das elektriſche Fluidum, mittelſt deſſen er die übrigen furchtbaren Erſcheinungen der Vulkane zu erklären ſuchet. Dieſe Theorie iſt beſonders von de Luc widerleget worden. Es iſt irrig, wenn Patrin annimmt, daß alle Vulkane ohne Ausnahme in der Nachbarſchaft

des Meeres ſich befinden müßten, und daß ſie in eben dem Maaße verlöſchten, als ſich das Meer von ihrem Fuße entfernte. Mehre Vulkane beweiſen gerade das Gegentheil.

Breislak ſucht die vorzüglichſten Erſcheinungen der Vulkane aus der Verbrennung des Bergöls zu erklären. Er bemerket zuförderſt, daß in der Theorie der Vulkane kein Phänomen ſchwieriger zu erklären ſey, als die abwechſelnden Perioden von Wuth, mäßiger, und gleichſam regelmäßiger, Thätigkeit und vollkommener Ruhe. Nur die Verbrennung einer Flüſſigkeit laſſe ſich mit dieſen Umſtänden in Harmonie bringen. Das Bergöl dringe, gleich dem Waſſer, durch die Erdſchichten und kreiſe in unterirdiſchen Canälen. An einigen Stellen könnten ſich Anhäufungen davon bilden, und dieſe leicht durch ein Feuer, welches durch eine von den in der Natur ſo häufig vorkommenden Verbindungen erweckt werde, angezündet werden. Dieſer Brand werde ſo lange dauern, als das Bergöl noch nicht verzehret ſey, und er werde nach dem Grade der Intenſität des Verbrennungsprozeſſes, d. i. nach Verhältniß der Menge und Reinheit des Brennſtoffes, mehr oder weniger heftig seyn. Sey die Materie aufgezehrt, und folglich die Nahrung des Brandes erſchöpft, ſo würden die vulkaniſchen Erſcheinungen auch aufhören; dieſe könnten ſich aber erneuern, ſobald eine hinreichende Menge bituminöſer Stoffe ſich wieder angehäuft habe, und eine Urſache, die ſolche entzünden könne, hinzutrete. Was die Entzündung betrifft, ſo ſey das Bergöl flüſſig, und da es viel Waſſerſtoffgas liefere, ſo entzünde es ſich auch leicht. Ein Funke reiche hin, einen großen Brand zu veranlaſſen. Umſtände aber, welche im Stande wären, dieſen Funken hervorzulocken, ſeyen nicht ſchwer auszuſinnen. Beyſpiele von Steinkohlenflötzen, welche ſich ohne bekannte Urſache entzündeten ſeyen häufig genug. Mit Leichtigkeit würde man eine Menge von Umſtänden anführen können, wodurch in großen unterirdiſchen Höhlen ſich ein ſolcher Grad von

Hitze entwickeln könne, der eine Entzündung zu veranlaſſen im Stande ſey. Auch ſey es ſehr wahrſcheinlich, daß die Elektricität auf dieſe Operation Einfluß ausübe. Die Menge elektriſcher Materie, welche, nach den Berichten aller Beobachter, bey den vulkaniſchen Ausbrüchen und den ſie begleitenden unterirdiſchen Verpuffungen ſich entwickele, gebe dieſer Vermuthung ſehr große Wahrſcheinlichkeit. Wie werde ſich aber die Leichtigkeit der Entzündung noch vergrößern, wenn ſich irgend ein Phosphor enthaltender Stoff mit dem Bergöle verbinde? Das häufige Vorkommen des Phosphors im Mineralreiche, und die Leichtigkeit, mit welcher er ſich mit den Oelen verbinde, gäben der Vermuthung große Wahrſcheinlichkeit, daß ſich dem Bergöle irgend ein Phosphor enthaltender Stoff zugeſelle, und daß durch dieſe Verbindung die Entwickelung vom Phosphor-Waſſerſtoffgas veranlaßt werde, welches ſchon durch die Berührung der atmoſphäriſchen Luft ſich entzünde, und welches durch den Zutritt des Sauerſtoffs große Explosionen verurſachen könne. Schwieriger ſey es, die Quelle anzugeben, welche die große Menge von Sauerſtoff zu liefern im Stande ſey, der zur Verbrennung ſo ungeheurer Maſſen von Bergöl als nothwendig angeſehen werden müſſe. Nach Breislak's Meinung iſt das Innere des Vulkans mit der atmoſphäriſchen Luft in einer beſtändigen Verbindung; denn die Ritzen und Spalten, durch welche das Bergöl rinne, gewährten der atmoſphäriſchen Luft einen freyen Durchgang, welche auf dieſe Weiſe bis zu dem Innern der Gebirge gelange und ihre leeren Räume ausfülle. Das in den Tiefen des Vulkans angefachte Feuer werde die Luft aller zu denſelben führende Canäle aufzehren, und die Einwirkung der zuſtrömenden Luft werde um ſo ſtärker ſeyn, eine je größere Länge die Canäle beſäßen, welche gleichſam die Stelle der Zugröhren verſehen würden, die man in großen Schmelzöfen anbringe. Außerdem könnten es auch im Innern der Vulkane Subſtanzen geben, welche Sauerſtoff enthielten, mithin den Verbrennungs-

prozeß beförderten. Die erſte Subſtanz, die ſich hier darbiete, ſey das Waſſer in tropfbar flüſſiger, oder in dampfförmiger Geſtalt, welches im Innern des Vulkans zerſetzt werde, und daher zur Erhaltung des Feuers beytrage. Ferner gebe es aber auch eine Menge anderer Subſtanzen, wie z. B. einige überoxydirte Metalle, und vorzüglich überoxydirtes Eiſen und Mangan, welche als wahre Verbrennungsmittel angeſehen werden könnten. Auf dieſe Art könnten wir uns ſehr gut überzeugen, daß die Erklärung der vulkaniſchen Erſcheinungen weiter mit keiner großen Schwierigkeit verbunden wäre.

Gegen dieſe vom Breislak aufgeſtellte Hypotheſe hat v. Strombeck erhebliche Einwendungen gemacht. Er führet zuerſt an, daß man die vulkaniſchen Erſcheinungen in ihren höchſten bekannten Wirkungen vor Augen haben müſſe, um ihre Urſache zu erforſchen: denn es ſey gar wol möglich, daß durch vorausgeſetzte Wirkungsurſachen kleine oder mäßige Erſcheinungen erkläret werden könnten, welche aber völlig unzureichend wären, ſobald man dieſelben Erſcheinungen in ihrer höchſten Steigerung überlege. Sey es wol wahrſcheinlich, daß Erſchütterungen, welche ſich oft bey Ausbrüchen mancher vulkaniſcher Eruptionen zugleich in drey Welttheilen äußerten, die ein dazwiſchen liegender Ocean nicht zu hemmen vermöge, von dem Brande bituminöſer Subſtanzen veranlaßt werden könnten? Wollte man auch eingeſtehn, daß Bergöl durch die Klüfte der Urgebirge dringen und in denſelben Anhäufungen bilden könnte, ſo ſey es doch im höchſten Grade unwahrſcheinlich, daß ſolche Anhäufungen in ſo beträchtlichen Tiefen und in ſolcher Menge Statt finden könnten, daß dadurch große Gebirgsmaſſen erſchüttert würden. Vielmehr müßten wir uns nach Urſachen umſehen, die von weit größerer Kraft wären, als es brennende Steinkohlenflötze, oder flüſſige Maſſen von Bitumen ſeyn könnten, und vor allen andern, die gleichſam quer durch den ganzen Erdball wirkſam zu ſeyn vermöchten. Der Herr v. Strombeck iſt vielmehr geneigt,

die geſammten vulkaniſchen Erſcheinungen aus der galvaniſchen Elektricität zu erklären. Setzten wir nämlich voraus, daß ungeheure Volta'ſche Säulen, von bekannten und unbekannten Metallen ſich durch das Innere unſerer Erde erſtreckten, welche ſtets von dem zur Tiefe dringenden Waſſer feucht erhalten würden, ſo hätten wir einen galvaniſchen Prozeß von ungeheurer Intenſität. Dieſer zerſetze das Waſſer der Höhlen, in welchen die Säulen endeten, in ſeine Beſtandtheile, der Waſſerſtoff werde entflammt, und der Sauerſtoff diene der Flamme zur Nahrung. Das mehre oder mindere Zuſtrömen des Waſſers ſey die Urſache der verſchiedenen Intenſitätsgrade der vulkaniſchen Exploſionen, welche ganz aufhörten, wenn das Waſſer fehle, oder die Metalle ſich gänzlich oxydirten; die vulkaniſchen Erſcheinungen und Erzeugniſſe empfiengen aber unendlich mannichfache Modificationen, nach Maasgabe der Verſchiedenheit der Stoffe, auf welche das entzündete Waſſerſtoffgas wirke. Indeſſen bemerket v. Strombeck, daß dieſe Theorie nicht alle vulkaniſche Erſcheinungen vollkommen erkläre; allein wir würden auch wol ſchwerlich je dahin gelangen, von allen möglichen dabey vorkommenden Umſtänden eine genügende Urſache aufzufinden. Eine intereſſante Zuſammenſtellung über mögliche galvaniſche Wirkungen im Erdkörper findet man beym Ebel [α]). Auch bemerket v. Gruithuiſen [β]), daß man faſt aus allen mineraliſchen Subſtanzen, ſie mögen trocken oder in Verbindung mit naſſen Schichten errichtet ſeyn, galvaniſch-elektriſche Wirkungen erzielen könne. Es wäre daher die Sache keinesweges paradox, wenn man behauptete, im Innern der Gebirge müßte ein unaufhörlicher galvaniſcher Prozeß vorgehen, und auf ſolche Art eine ſtete Zerſetzung mineraliſcher Subſtanzen in den Eingeweiden der Erde bewirken. Denn nicht allein nach

---

α) Ueber dem Bau der Erde. B. I. S 382 ff.

β) Gedanken und Anſichten über die Urſachen der Erdbeben nach der Aggregationstheorie der Erde. Nürnberg. 1825. 8. S. 62 ff.

Ebel's Beobachtungen in den Alpen, ſondern auch v. Humboldt's und Anderer Verſicherungen erhelle es, daß die Gebirge nicht wie ein vielfach eingemantelter Granitkegel gebildet, ſondern aus einer großen, oft zahlloſen Menge von Schichten zuſammengeſetzt ſeyen, und daß dieſelben bey verſchiedenen Gebirgsarten häufig mit einander wechſelten. Es ſollte daher keinem Zweifel unterworfen ſeyn, daß nicht aus den Steinen Metalloide erzeuget würden, die bey der geringſten Hinzukunft des Waſſers verpufften; ja daß nicht ſelbſt der durch galvaniſche Wirkung erfolgende Zerlegungsprozeß zu vielen Einſtürzungen Anlaß geben ſollte. Allein v. Gruithuiſen führet dagegen ganz richtig an, daß zu einer gut wirkenden galvaniſch-elektriſchen Säule eine ordentliche, nicht durch entgegengeſetzte Zwiſchenlagen gehinderte Aufeinanderfolge im gleichen Wechſel der Schichten gehörte. Der Schichtenwechſel in den Gebirgen befolge in keinem Falle eine ſolche Ordnung, daß dieſelbe Schichtenfolge, ohne Zwiſchenſatz immer wechſelnder anderer fremden Schichten, irgendwo nur zweymal aufeinander erfolgte. Ebel's Darſtellungen bewieſen dies in Europa und Humboldt's in Amerika. Es gehörte ferner dazu, daß die Schichten einer Volta'ſchen Säule an ihren beyden Polen eine ununterbrochene leitende Verbindung haben, und daß dieſe möglichſt kurz ſey, die Schichtenglieder dürften nicht dick ſeyn, je dünner deſto wirkſamer. Dies Alles finde nicht in den Gebirgen, ſondern überall gerade das Gegentheil Statt. In vielen Fällen fehle hier auch Waſſer. Wir würden daher nicht aus unſern Gebirgen galvaniſch-elektriſche Säulen machen können. Dies ſey aber nicht darum geſagt, daß nicht faſt eine unendliche Menge einfacher galvaniſcher Ketten unter der Erde in Wirkſamkeit ſey, und daß ſolche Ketten den chemiſchen Prozeß ſehr beſchleunigten und faſt immer anfachten, darüber ſeyen zahlloſe Erfahrungen gemacht worden. Es leide daher gar keinen Zweifel, daß die chemiſch-vulkaniſchen Eruptionen um deſto leichter erfolgten, je mannigfaltiger die minera-

liſchen Subſtanzen, unter Berührung mit Waſſer, im Heerde der Vulkane befindlich ſeyen.

Eben ſo unbezweifelt iſt es, daß die vulkaniſchen Ausbrüche oft mit ungeheuren elektriſchen Wirkungen in der Atmoſphäre begleitet ſind. Ob aber der Urſprung der Vulkane ganz allein von der Elektricität abhange, wie mehre Phyſiker dieſer Meinung geweſen ſind, ſcheint nach den neuern Verſuchen ſchwerlich vertheidiget werden zu können. Der bey den vulkaniſchen Ausbrüchen beobachtete elektriſche Prozeß ſcheint nicht von einem unterirdiſchen Chemismus, ſondern blos von einem Verflüchtigungs-Prozeß abzuhangen. Dieſes wird nicht allein durch die Verſuche der Herren Davy und Pfaff [α]) beſtätiget, aus welchen hervorgehet, daß vorzüglich bey Verdampfungen, wie dies Gay-Luſſac auch am Veſuv beobachtete, Elektricitätsſpannung entſtehe, ſondern es wird auch dadurch dargethan, daß bey großem Luftdrucke die Elektricitätserregung gänzlich aufhöret, welches durch Deſſaigne's [β]) Verſuche bewieſen iſt. Auch wird im Innern der Erde der ſtarke Luftdruck die Elektricitäts-Erregung bis auf gewiſſe Schranken zurückbringen, wodurch die Luft ſelbſt ſtärker iſolirend wird, und mithin den Durchgang der Elektricität durch ſie gleichſam verſperrt, ſo daß die etwa durch Schichtenverhältniſſe, durch Verdampfung, oder durch Druck der Felſen erregten elektriſchen Spannungen ſich blos durch die Metalle, Erze, Kohlen, feuchte Felswände, oder mit einem Worte, durch gute Leiter entladen, und dadurch mittelſt Verbrennung und kurzen Ueberſpringens Entzündungen veranlaſſen. Es ſcheint alſo die Elektricität, welche bey vulkaniſchen Eruptionen wahrgenommen wird, nichts weiter zu ſeyn, als eine Nebenwirkung der Urſachen der Vulkane.

Es leidet wohl keinen Zweifel, daß nicht mehre Urſachen vorhanden ſeyn ſollten, welche die vulkaniſchen

α) Schweigger's Journal. B. X. S. 186.
β) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLVIII. S. 40 ff.

Wirkungen auf die beobachteten verſchiedenen Grade ſteigern. Nach D. Clarke *) zeigen die Vulkane die Erſcheinungen eines Gebläſes mit verdichtetem Knallgaſe. Durch das vulkaniſche Feuer wird Waſſer zerſetzt, das gasförmige Product erſcheint im verdichteten Zuſtande, verbrennt, hat die Kraft zu ſchmelzen, giebt, wenn die ganz verdichtete Gasmaſſe ſich entzündet, die furchtbarſten Exploſionen, welche ganze Berge in die Luft ſchleudern, mit einem Knall, der viele Stunden weit gehöret wird, und zeigt an den engern Mündungen, aus welchen geſchmolzene Gebirgsarten in Geſtalt von Lava, mit einem Knall wie von Kanonen herausgeworfen werden, kleinere partielle Detonationen, welche ſich zu jenen verhalten, wie die Detonationen in dem Gefäße des Gasgebläſes zu denen vor der Mündung des Blasrohrs. D. Clarke ſucht dies vorzüglich aus den Erſcheinungen des Veſuvs zu beweiſen. Bey dieſem merkwürdigen Vulkan iſt nämlich der Krater deſſelben nicht ſo weit, als in dem Aetna und den meiſten andern Vulkanen von den Blasröhren entfernt, aus welchen die Lava herausgetrieben wird. Der Veſuv, bemerkt Clarke, iſt ſeiner chemiſchen Natur nach in jeder Rückſicht ein großes Gasgebläſe, und ſtimmt in allen ſeinen Erſcheinungen und Wirkungen, den Exploſionen und Detonationen, der Hitze und dem Licht, dieſes Apparates, völlig überein.

Vulkaniſche Ausbrüche erfolgen nie ohne Mitwirkung und ohne Zerſetzung von Waſſer. Denn vor jedem großen Ausbruche des Veſuvs vertrocknen nicht allein alle Brunnen in Neapel, Portici, Reſina, und andern Städten am Fuße des Berges, ſondern auch das Meerwaſſer tritt zurück, und es ſterben an der Küſte die Meerthiere gänzlich ab.

D. Clarke und einige andere Engländer hatten im Jahre 1793 das Glück nahe an den Schlund des Veſuvs zu kommen, durch welchen ſich die ſchmelzende Maſſe

*) Ebendaſelbſt B. LXIII. S. 55 ff.

den Ausweg gebahnt hatte. Es war eine enge Spalte in der feſten Lava des Kegels, mit glatten und dichten Seitenwänden, welche nicht das poröſe Anſehen an der Luft erkalteter Lava an ihrer Oberfläche, ſondern das des feſteſten Trapps oder Baſalts hatten. Aus der Mitte des gewölbten Abgrundes und einem Canale entlang, ſchöner als die Kunſt ihn darzuſtellen vermag, ſtrahlte das hellſte Licht mit einem ſolchen unausſprechlichem Glanze hervor, daß es ſich nur auf Augenblicke unter abwechſelnden Verſchließen der Augen beſchauen ließ, und, indeß es mit der Schnelligkeit der Fluth und unter ſtarkem Winde ausfloß, ſchien es weiterhin im gemilderten Glanze ſich in einen durchſichtigen ſchnellfließenden Strom verwandelt zu haben. Die Maſſe war hier im vollkommenſten Fluſſe und rann wie geſchmolzenes Silber den Berg hinab. Sobald aber die Luft darauf wirkte, verlor die Oberfläche an Weiße, wurde erſt roth, dann dunkler, und noch weiter unten bildeten ſich ſchwarze Schlacken an ihrer Oberfläche. Ueber dem gewölbten Abgrund befand ſich eine Art natürlichen Schornſteins, etwa 4 Fuß hoch, der von Zeit zu Zeit unter Verpuffungen Steine auswarf. Dieſe Oeffnung ſtieß ſo erſtickende Dämpfe aus, daß ſie nur dann und wann ein Blick nach dem Innern zuließen.

Wenn der Ausbruch eines Vulkans erfolget iſt, ſo läßt ſich auch die Eruption deſſelben aus Schwefelkies erklären; denn in einem ſolchen Falle wird durch die chemiſchen Syntheſen entſtandene Hitze der benachbarte Schwefelkies in Magnetkies verwandelt und geſchmolzen, und das hinzutretende Meerwaſſer wird ſo ſchnell zerſetzt, daß die gasförmigen Stoffe aus dem geöffneten Schlunde Aſche, Sand, Steine und alles, was ſie auf dem Wege treffen, herausſchleudern. Es ſcheinen daher die Vulkane, wie D. Clarke meinet, in der That im Großen ein Gebläſe von verdichtetem Knallgaſe zu ſeyn.

Nach der Meinung der neueſten Phyſiker und Chemiker beſteht der Urſprung der Vulkane in der allmähli-

gen Oxydation der nicht oxydirten Erdrinde mit der Vorausſetzung einer innerlichen großen Hitze im Innern der Erde.

M. ſ. Geſchichte der durch Ueberlieferung nachgewieſenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. Ein Verſuch von v. Hoſt Th. II. Geſchichte der Vulkane und der Erdbeben. Przyſtanowsky über den Urſprung der Vulkane. Berlin 1822. 8. Ueber den Bau und die Wirkungsart der Vulkane von v. Humboldt. Berlin 1823. 8.

Vulkaniſche Produkte (Zuſ. S. 330. B. V.). Ueber dieſen Gegenſtand ſind die Reſultate der darüber angeſtellten Unterſuchungen noch lange nicht genügend genug. Die neuern Beobachtungen, welche beſonders der Herr v. Humboldt an mehren Vulkanen in Quito mit möglichſter Genauigkeit angeſtellet hat, ſcheinen die wahre Beſchaffenheit der Vulkane und ihre Produkte auf richtigere Kenntniß gebracht zu haben. Aus dieſen geht nämlich hervor, daß man vorzüglich auf folgende drey Stücke bey vulkaniſchen Erſcheinungen zu ſehen habe:

1. auf den bey den Vulkanen vorkommenden und entdeckten Trapp-Porphyr,

2. auf die davon abgeleitete Ueberzeugung, daß die vulkaniſchen Wirkungen nicht in den obern Schichten der Erdfläche, ſondern unter dem älteſten Geſtein, unter dem Granit auskrachen,

3. auf die beobachtete große Rolle, welche der Eiſenglanz in den vulkaniſchen Erſcheinungen ſpielt.

Der Herr v. Humboldt war der erſte, der ſeinen Beobachtungen zu Folge anführte, daß der Trapp-Porphyr eine ganz beſondere und den Vulkanen eigenthümliche Gebirgsart ſey. Er hatte bemerkt, daß alle Vulkane in den Anden ihren Sitz im Porphyr haben, und war der Meinung, daß der Trapp-Porphyr ein durch elaſtiſche Dämpfe veränderter Granit ſey, und daß folglich die Vulkane tief in der Erde entſtehen. Die Gemengtheile dieſer entdeckten Gebirgsart ſind vorzüglich

glaſige Feldſpath, Glimmer und Hornblende. Da, wo der Trapp-Porphyr in Klüfte zerſprengt iſt, wo Riſſe die Stücke durchziehen, fand er jederzeit Kryſtalle von Eiſenglanz. Waren ſie klein, ſo ſchien es nur ein ſchwarzer Ueberzug in der Luft; aber im Sonnenlichte wurde der Glanz der einzelnen Kryſtalle völlig erkannt. Waren ſolche Klüfte in Menge vorhanden, ſo war dadurch die ganze Maſſe des Porphyrs dunkler geworden, und ging zuletzt gänzlich ins Schwarze über, vollkommen mit der Subſtanz der gewöhnlichſten Laven bey Clermont und am Veſuv übereinſtimmend. Mit dieſer Schwärze verſchwinden die gewöhnlichen Gemengtheile, Feldſpath und Hornblende, und es erſcheinen ganz neue, Olivin und Augith. Mit dem Trapp-Porphyr ſtehen die Baſalte in unmittelbarer geognoſtiſcher Verbindung, und dieſe ſind nach der Meinung des Herrn v. Humboldt theils durch das Zwiſchenmittel des Trapp-Porphyrs, theils aus Granit durch Zutritt des ſublimirten Eiſenglanzes ſo geworden. Es iſt daher der Hr. v. Humboldt ebenfalls der Meinung, daß der Baſalt vulkaniſchen Urſprunges ſey. Schon der bekannte ſcharfſinnige Mineralog, Herr Voigt *), brachte mehre Gründe bey, daß der Baſalt ein wirkliches vulkaniſches Produkt ſey. Er hatte wahrgenommen, daß bey dem Meisner in Heſſen, der auf der einen Seite aus Flözſandſtein, und auf der andern aus Flözkalk, beſteht, über beyde, doch über den Sandſtein mehr, als über den Kalkſtein, ſich ein Braunkohlenlager verbreitet, über dieſes wieder eine ſchwache Thonſchicht, welche Schwül daſelbſt genannt wird, und dies alles endlich von Baſaltmaſſen bedeckt wird, welche die ganze Oberfläche des Berges ausmachen. Nach Voigt's Meinung wurden durch die Hitze, welche der Baſalt hatte, die zu oberſt liegenden Brennkohlen entölt, und daraus entſtand unſere Glanzkohle, an wel-

*) In ſeiner mineralogiſchen Reiſe nach den Braunkohlenwerken und Baſalten in Heſſen.

cher keinesweges zu verkennen ſey, daß vormals eine Hitze auf ſie gewirkt habe; denn ſie ſey riſſig, und ſehr zerbrechlich, habe Blaſenräume, oft ein geſchmolzenes Anſehn, von erlittener Hitze herrührende bunte Farben, und thue eben die Wirkung, die eine entölte Braunkohle thun würde. Nachher wurde ihr noch mehr Erdöl entzogen, und ſprang in ſtängliche abgeſonderte Stücke, daher die Stangenkohle. Dieſe Sprünge gingen bis zum Schwül herauf, der dadurch ebenfalls ſtänglich, und ganz mit Erdöl durchdrungen wurde. Durch eine Reihe von Beobachtungen zeigt Herr **Voigt**, daß die Baſaltmaſſen nicht von obenher auf den Sandſtein gekommen, ſondern daß ſich der Baſalt mit Gewalt von unten her hindurchgedrungen habe. Beſonders fand **Voigt** auf der Ober-Ellener Höhe zwey Spalten im Sandſteine, welche mit Baſalt ausgefüllt waren; und der Augenſchein bewies, daß dies von innen heraus, und nicht von Auſſen nach Innen, bewirkt worden. Aehnliche Beobachtungen machten auch die Herrn v. **Buch** und **Hausmann**. Nach einer Zuſammenſtellung mehrer Beobachtungen, welche ſowol in Amerika als auch in Europa in geognoſtiſcher Hinſicht bey den Vulkanen ſind wahrgenommen worden, bemerkt der Herr v. **Buch** *), daß in Rückſicht des Trapp-Porphyrs, des Mandelſteins, des Obſidians, des Baſalts und der Laven in ſchöner Uebereinſtimmung ſey.

Aller dieſer Beobachtungen ungeachtet, aus welchen der vulkaniſche Urſprung des Baſalts hervorzugehen ſcheinet, ſind doch wieder ſehr viele andere Beobachtungen entgegen, welche beſonders in Hinſicht des ſächſiſchen Baſalts dieſe vulkaniſche Formation ſtreitig machen. Schon im Jahre 1802 las Herr **Daubuiſſon** im December den Mitgliedern des franzöſiſchen Inſtituts eine Abhandlung vor, die nachher gedruckt wurde, und in

*) Von den geognoſtiſchen Verhältniſſen des Trapp-Porphyrs, in den Abhandlungen der Königl. Akad. der Wiſſenſchaften in Berlin. Aus den Jahren 1812—13. S. 143 f.

welcher er die wäſſerige Entſtehung des Baſalts mit allen möglichen Gründen zu vertheidigen ſuchte. Seine am ſächſiſchen Baſalt gemachten Beobachtungen leiteten ihn zu mancherley Folgerungen, von welchen die vorzüglichſten dieſe ſind:

1. Der Baſalt finde ſich ſtets oben auf den Gebirgen, und bedecke beſtändig alle Subſtanzen, aus welchen der Boden beſtehe. Aus dieſer Beobachtung ziehe er die Folgerung, daß der Baſalt die letzte der hier gebildeten ſteinigen Subſtanz ſey. Unter den funfzehn mit Baſalt bedeckten Bergen, welche Daubuiſſon unterſuchte, lag der Baſalt bey dreyen auf Granit, bey einem auf Gneis, bey einem auf Glimmerſchiefer, bey vieren auf Sandſtein, und bey dreyen auf Schichten von Sandſtein, Sand und Thon.

2. Gebe es ein Fortſchreiten und einen Uebergang von Thon zur Wacke, von dieſer zum Baſalt, und vom Baſalte zum Grünſtein.

Dagegen bemerket aber der Herr v. **Buch**, daß die hochliegende Gegend von **Vivarais** und **Velay** uns belehre, daß es nicht immer des Zwiſchenmittels, des Trapp-Porphyrs bedürfe, um aus Granit Baſalt zu bilden. Sie zeige, wie Baſalt und baſaltiſche Schlacken aus dem innern des Granits hervorſteigen könnten. Am ſüdlichen Fuße des **Mont Mezin** wurden wir überzeugt, und ſo ſehr, als es je in dieſen Dingen Gewißheit geben möge, daß wahrer Baſalt mit allen Kennzeichen und Gemengtheilen deutſcher Baſalte, und in der prächtigſten Säulenform, ganz wie die Lavenſtröme von Clermont, die Thäler hinabfließen könne. Schwierig ſcheinet ihm aber zu ſeyn, hiemit die Verhältniſſe des Erzgebirges von **Guanaxuato** zu vereinigen. In hohen Felſen ſteigt der Porphyr auf, an der Oſtſeite des Thales von **Marſil**; ſeine Hauptmaſſe ſcheint dichter Feldſpath; die obern Schichten enthalten glaſige Feldſpathkryſtalle, aber Hornblende und Glimmerſchiefer ſehr ſelten. In dieſem Porphyr ſetzt der mächtigſte und

reichſte Goldgang von Guanaxuato auf, die Veta Madre. Er ſetzt durch den Porphyr, und darunter weit in Thonſchiefer hinein, in den er dann noch in anſehnlicher Tiefe bebauet wird. Hier iſt alſo das Aufliegen des Porphyrs nicht zu bezweifeln. Und das iſt doch durchaus unmöglich, wenn man ihn für eine durch vulkaniſche Einwirkung veränderte Gebirgsart halten will; es ſey denn, daß man ſich ihn vorſtellen könnte, als wäre er über die darunter liegende Gebirgsart gefloſſen, was von ſo mächtigen Porphyren wol ſchwer iſt. Oder ſoll man glauben, daß dieſer Porphyr einer andern Formation angehöre? Oder ſoll dies vorbereiten, ähnliche Fälle in Ungarn wieder zu finden? Dann freylich würde die Meinung ſeiner localen Formation durch vulkaniſche Einwirkung kaum noch haltbar ſeyn können.

Ungeachtet alſo die von dem Herrn v. Humboldt neu entdeckte Gebirgsart, der Trapp-Porphyr, auf die naturgemäßere Theorie der Vulkane und Entſtehung der vulkaniſchen Producte ein helleres Licht verbreitet hat; ſo ſind doch die Zweifel über die Baſalt-Geneſe noch nicht völlig gehoben. Denn wenn den neuern geognoſtiſchen Unterſuchungen zuverſichtlich zu trauen iſt, ſo ſcheinen mehre Baſalte eine ſolche Lage zu haben, die weder der Vulkanismus noch der Neptunismus genugthuend erklären kann. Daher ſind auch einige der Meinung, wie K. G. Müller [α]), K. W. Noſe [β]), daß ſich der Baſalt mit den übrigen Gebirgsarten zu gleicher Zeit gebildet habe, und daß er mit der Bildungsperiode unſerer Erde zuſammengehöre. Aus den vielfach angeſtellten Beobachtungen erhelle nur, daß ſich der Baſalt einerſeits der Urſchiefer-Formation beſonders dem Granit nähere, andererſeits ſich den Flötz- oder ſekundairen Gebirgen anſchließe, auch als zwiſchenſtehendes Verbin-

---

α) Einleitung in die Geologie von Robert Bakewell. Freyberg 1819. 8.

β) Hiſtoriſche Symbola die Baſalt-Geneſe betreffend. Bonn 1820. 8.

dungsglied den Trapp- und Porphyrarten gleiche, von welchen er ſich nur als das Produkt einer noch höhern Erregſamkeit dadurch unterſcheide, daß er als ſolches bereits mächtigere Beſtandtheile, nämlich, Natrum, Salzſäure und Kohle enthalte.

Indeſſen ſcheint doch die allgemeinere Meinung von der Entſtehung des Baſalts dieſe zu ſeyn, daß er wirklichen vulkaniſchen Urſprungs iſt. Einen ſchönen Beytrag dazu findet man beym Keferſtein α). Dieſer beſtimmt ſich zwar nicht ausſchließend zu der einen oder andern Parthey, zieht aber doch im allgemeinen aus ſeinen im weſtlichen Deutſchland gemachten Beobachtungen folgendes Reſultat: nach einer kritiſchen Prüfung aller Beobachtungen ſcheint es wol ausgemacht zu ſeyn, daß der Baſalt nicht neptuniſchen Urſprungs ſey; vielmehr iſt es bey reiflicher Ueberlegung höchſt wahrſcheinlich, daß derſelbe dem Flötzgebirge entgegengeſetzt gebildet werde, wohl als eine erweichte Maſſe analog unſerer Lavenbildung ſich durch vorhanden geweſenes Gebirge einen Weg gebahnt, und ſich über dieſes erhoben, und ergoſſen hat. Dies erſcheint als die Anſicht aller derer, welche große baſaltiſche und vulkaniſche Gebirge unterſucht und verglichen haben, ob uns gleich dabey lange noch dunkele Verhältniſſe bleiben.

Noch andere Beobachtungen ſtellte Herr Steininger β) über mehre Baſaltlager des Saarbrücker und zum Theil pfälziſchen Bezirks an, und glaubte hieraus ſchließen zu dürfen, daß die pfälziſchen Baſalte dem Uebergangsgebirge angehörten, und durch die Wirkung eines tiefen Feuers aus der feinkörnigen Grauwacke entſtanden durch unterirdiſches Feuer empor gehoben wären, ohne je eigentlich Vulkane geweſen zu ſeyn; auch die Eifeler Baſaltſäulen wären nichts anders, als durch die Hitze veränderte und von einander getrennte Grau-

α) Beyträge zur Geſchichte und Kenntniß des Baſaltes, und der ihm verwandten Maſſen Halle 1819.
β) Geognoſtiſche Studien am Mittelrheine. Mainz 1819.

wackenſäulen. Es ſcheinen hiemit die ſchönen Beobachtungen in Verbindung zu ſtehen, welche der Herr v. Buch *) an den baſaltiſchen Inſeln in den canariſchen Inſeln, dann in den Schottiſchen Hochländern und in einigen der Hebriden-Inſeln gemacht hat. Die baſaltiſchen Inſeln ſind von den Vulkanen im Meere auffallend verſchieden. Die Vulkane ſind faſt jederzeit, und wie es ſcheint weſentlich aus Trapp-Porphyr (Trachyt) zuſammengeſetzt, und aus ſelbigen brechen Feuer, Dämpfe und Steine hervor. Daher ſind ſie von Maſſen umgeben, die ſie ſelbſt um ſich her aufgehäuft haben, von geſchmolzenen Materien, welche völlig den Geſetzen des Laufes der Flüſſe gemäß ſich gegen die Tiefe bewegen, d. i. von Laven oder von unregelmäßigen zu ſehr verſchiedener Höhe angehäuften Steinen und Schlacken (Rapilli und Aſchen). In Baſaltiſchen Inſeln dagegen ſind die Maſſen größer, weiter verbreitet, den Schichten anderer Gebirge ähnlicher; in ihnen findet man keine Ströme, keine unregelmäßig vertheilte Rapilli um einen Mittelpunkt her; in ihnen iſt der Trapp-Porphyr ſelten, und in ſehr untergeordneten Verhältniſſen. Zwiſchen den Vulkanen läßt ſich ein reihenförmiges Fortliegen ſehr wohl verfolgen, wodurch die Vulkane gleichſam zu Eſſen auf mächtigen Spalten des Innern werden. Zwiſchen baſaltiſchen Maſſen ſind ſolche Verhältniſſe nicht leicht aufzufinden und in Continenten gar nicht. Die baſaltiſchen Inſeln ſind aus Schichten über einander zuſammengeſetzt, welche ſich von allen Seiten gegen die Mitte aufheben, und eine große Keſſel-Umgebung des Innern darſtellen, welche der Herr v. Buch den Erhebungs-Crater nennt. In den oft ungeheurem Umfange und der großen Tiefe des Keſſels in der Mitte nimmt man keine Lavenſtröme, ſondern blos Schichten

---

*) Ueber die Zuſammenſetzung der baſaltiſchen Inſeln und über Erhebungs-Cratere; in den Abhandlungen der Königl. Akad. der Wiſſenſchaften in Berlin aus den Jahren 1818—1819. S. 51 ff.

gleichförmig vom Meere bis zur größten Höhe erhoben war; die innere hebende Urſache ſcheint die Schichten aus dem Boden der See mit der ganzen Inſel empor gebracht zu haben, ohne die geringſte Spur von wahren Vulkanen, welche mit der Atmoſphäre in Verbindung ſtehen, zu beobachten. Den angeſtellten Beobachtungen zu Folge ordnen ſich die Schichten der baſaltiſchen Inſeln in einer beſtimmten Folge auf einander. Unten Primitivſchichten, welche von der emporhebenden Urſache durchbrochen werden; dann Trapp-Porphyr-Waſſer; darüber und auch darunter eckige Trapp-Porphyr-Conglomerate, oder Breccia- und Tuffſchichten häufig gar vielmal mit einander abwechſelnd; dann Dolerit mit Feldſpath, wechſelnd mit Gerüllſchichten von blaſigen Stücken dieſer Geſteine; hienächſt Mandelſtein; endlich Baſalt, die äußerſte Bedeckung.

Die eigentlichen Vulkane dagegen, die einzelnen freyſtehenden, ſteil hervorſpringenden Kegel, aus welchem Ausbrüche aller Art von Laven hervorkommen, bringen die baſaltiſchen Geſteine von dem Hauptſchlunde weit entfernt, durch Seitenausbrüche hervor. Es läßt ſich jetzt als allgemeine Regel annehmen, daß alle wahren Laven, welche in Strömen von den Abhängen der Vulkane herabfließen, glaſigen Feldſpath enthalten. Dieſer Feldſpath führt aber unmittelbar auf Trapp-Porphyr als erſte und nächſte Umgebung des vulkaniſchen Heerdes. Unmittelbar aus den Trapp-Porphyr entſteht durch Schmelzung der Obſidian, und aus dieſem der weiße reine Bimſtein, welcher ſich bey mehren Vulkanen, wie z. B. beym Aetna, nicht findet. Es ſcheint, daß die vulkaniſchen Urſachen unmittelbar auf die nicht oxydirte Maſſe der Erde wirken. Sie bilden daraus durch Oxydirung, vielleicht ſogar ſchon unmittelbar den Trapp-Porphyr, und aus deſſen Vermengung mit verflüchtigtem Eiſenglanz die Laven. Dieſe Nähe zur erſten Quelle des Feuers bewirkt es daher ſehr wahrſcheinlich auch, daß einzelne Seitenausbrüche, ja ſelbſt große Cratere,

noch immer ſich in Wirkſamkeit erhalten können, wenn auch ihre Verbindung mit den nicht oxydirten Maſſen ſchon längſt mag aufgehört haben. Einzelne hervorgeriſſene Theile der Metalloide, der Alkalien und Erden, welche ſich jetzt weit in der neuen Gebirgsart zerſtreuet finden und nur nach und nach mit Wäſſern und mit der Atmoſphäre in Berührung kommen, mögen zu ihrer Ernährung dienen. Sehr wahrſcheinlich iſt dies auch der Urſprung aller heißen Wäſſer und Quellen, welche aus den Schichten der primitiven und Tranſitions-Gebirge hervorkommen; eine Anſicht, welche die bey ſo vielen wunderbar beſtändige Temperatur gar ſehr unterſtützt. Denn dieſe Temperatur kann nur das Mittel aus einer ſehr großen Menge zerſtreuet liegender oder zuſammenwirkender Urſachen ſeyn, deren einzeln wirkende Reſultate ſich gegenſeitig aufheben, ſchwerlich aber einer einzigen, welche, leichter in ihren Wirkungen geſtört, zuverläſſig größern Unregelmäßigkeiten der Temperatur, mit denen dieſe Quellen zu Tage kommen, unterworfen ſeyn würden.

Die erhebenden Urſachen baſaltiſcher Inſeln dagegen werden von der Atmoſphäre durch eine große Maſſe von Geſteinen getrennt, welche durch ein Uebermaaß von Kraft erſt überwunden und gehoben ſeyn müſſen, ehe die hebenden elaſtiſchen Dämpfe entweichen können. Das einmal ſo kräftig Wirkende, welches eine ganze Inſel erhebt, kann aber leicht wieder von aller Verbindung mit oxydirenden Subſtanzen getrennt und dadurch unwirkſam gemacht werden. Auf ſolche Art läßt ſich leicht begreifen, wie nicht aus jedem Erhebungs-Crater ein Vulkan entſteht, ſo wie gewöhnlich auf Continenten die baſaltiſchen Schichten mit Vulkanen in gar keiner Verbindung ſtehen.

Gleichwohl, meint Herr v. Buch, können die obern Schichten dieſer baſaltiſchen Inſeln gefloſſen ſeyn, und ſey es auch wahrſcheinlich; aber unter großem Druck, welcher vorzüglich dieſerwegen nothwendig zu ſeyn ſcheine, um die regelmäßige Zerſpaltung hervorzubringen, welche dem

Baſalt ſo häufig eigen ſey, welche ſich aber auch in gleicher Schönheit an Trapp-Porphyr-Felſen finde oder an kleinkörnigen Dolerit.

Noch mehre Unterſuchungen, welche der Herr v. Buch beſonders über einen vulkaniſchen Ausbruch auf der Inſel Lanzerote mit möglichſter Sorgfalt angeſtellt hatte, ließ ſich aus den beobachteten Reſultaten ſchließen, daß es drey verſchiedene Arten von Inſeln, welche durch vulkaniſche Kräfte über die Oberfläche des Meeres ſcheinen erhoben zu ſeyn, gebe.

1. Die baſaltiſchen Inſeln; aus Schichten baſaltiſcher Steine, gewöhnlich mit einem Erhebungs-Crater darin.

2. Die Vulkane; einzeln ſtehende, hoch erhabene Pios und Dome von Trapp-Porphyr.

3. Die Eruptions-Inſeln, welche nur einzelnen Ausbrüchen ihre Erhebung verdanken, und ohne baſaltiſche Inſeln ſelten, vielleicht niemals beſtehen.

Auch im weſtlichen Theile von Deutſchland iſt die Entdeckung in den neuern Zeiten gemacht worden, daß die eigentlichen Vulkane nur im Trapp-Porphyr ihren Urſprung haben, und die meiſten ihrer Produkte aus dieſem Geſtein entſtehen. Der erſte, welcher dieſe Entdeckung an einigen Bergen in der Gegend von Graiz machte, iſt der Herr Mat. Ancker. Was die Baſaltgebirge betrifft, ſo ſind dieſe ſehr wahrſcheinlich, wie die baſaltiſchen Inſeln, aus dem Innern der Erde emporgehoben worden.

W.

Wärme (Zuſ. z. S. 333. Th. V.). Daß der Zutritt der Luft bey Erregung der Wärme durch's Reiben nicht nöthig ſey, ging beſonders auch durch einen merkwürdigen Verſuch des Grafen v. Rumford *) hervor. Er ließ nämlich in einen maſſiven metallenen Cylinder eine Höhlung einbohren, welche 3,7 im Durchmeſſer und

*) *Nicholson's* journal. II. 106.

7,22 Zoll in der länge hatte. In dieſer Höhlung wurde ein ſtählerner von Pferden in Bewegung geſetzter Bohrer ſo angebracht, daß er ſich am Boden des Cylinders rieb. So zubereitet wurde der metallene Cylinder in eine mit Waſſer gefüllte Büchſe eingeſchloſſen. Auf ſolche Art waren daher ſowohl der Cylinder als auch der Bohrer ganz mit Waſſer umgeben, und der Zutritt der Luft wurde völlig abgehalten. Das Waſſer wog 1877 Pfund, und ſeine Temperatur betrug beym Anfange des Verſuchs 60° Fahr. Nachdem der Cylinder eine Stunde lang ſo ſchnell bewegt war, daß er 32 Umläufe in einer Minute machte, und ſich an den feſtſtehenden Bohrer, der mit einer Kraft von 10000 Pfund gegen den Boden in der Höhlung druckte, auf dieſe Art rieb, ſo war die Temperatur des Waſſers 107°; nach Verlauf von $\frac{1}{2}$ Stunde war ſie 178°, und nachdem der Verſuch $2\frac{1}{2}$ Stunden gedauert hatte, kochte das Waſſer. Nach Rumford's Schätzung würde der Wärmeſtoff, welcher bey dieſem Verſuche entwickelt wurde, die Temperatur von 26,58 Pfund Waſſer vom Gefrierpunkte bis auf den Siedpunkt haben bringen können. Hätte man die nämliche Wirkung durch einen brennenden Körper hervorbringen wollen, ſo würde man 9 Wachskerzen von mäßiger Größe, die mit heller Flamme, ſo lange der Verſuch dauerte, brannten, haben anwenden müſſen. Bey einem Verſuche wurde dem Waſſer der Zutritt in die Höhle des Cylinders, wo die Reibung war, gänzlich verſchloſſen; allein der Erfolg war derſelbe, der ſich ergab, wenn das Waſſer einen freyen Zutritt hatte.

Haldot *) hat Rumford's Verſuche, durch Reiben Wärme zu entwickeln, wiederholt, und in mehren Umſtänden abgeändert. Er wendete hiezu einen Apparat an, vermittelſt deſſen er zwey Körper mit Hülfe einer Schraube gegen einander preſſen konnte, während der eine mit einer Geſchwindigkeit von 32,8 Zoll in einer

*) *Nicholson's* journal. XXVI. p. 30.

Sekunde, ſich um ſeine Axe drehete. Der reibende Körper war von Meſſing. Wendete er zum geriebenen Körper Zink an, ſo war die Intenſität der entwickelten Wärme am größten. Meſſing und Bley gaben einen gleichen Grad von Hitze. War der geriebene Körper Zinn, ſo betrug die Wärme, die ſich entwickelte nur $\frac{7}{9}$ von derjenigen, welche frey wurde, wenn der reibende Körper Bley war. Uebrigens ſtimmten die Verſuche Haldot's mit Rumford's ſeinen genau zuſammen.

Wenn der Druck vervierfacht wurde, ſo war die Intenſität der ſich entwickelnden Wärme ſieben Mal ſo groß als vorher. War der reibende Körper rauh, ſo erzeugte ſich nur halb ſo viele Wärme, als wenn er glatt war. Wurde der Apparat mit ſchlechtern Leitern der Wärme, oder mit Nichtleitern der Elektricität umgeben, ſo wurde die Menge der ſich entwickelnden Wärme vermindert.

Wenn auch das Phänomen, daß durch die Reibung zweyer Körper von einander Wärme entſteht, ein alltägliches und allgemein bekanntes iſt, ſo laſſen doch die bisherigen Kenntniſſe keine befriedigende Erklärung zu.

(Zuſ. z. S. 341. Th. V.). Nach einer ſehr großen Menge neuerer Verſuche entſteht nach Pouillet *) eine unmittelbare Wärmeentwickelung durch Benetzung. Alle feſte Körper, ſowohl unorganiſche, als organiſche werden durch Benetzung mit verſchiedenen Flüſſigkeiten in ihrer Temperatur erhöhet, unabhängig von chemiſchen Einfluß oder Feſtwerden der Flüſſigkeiten, blos durch Wirkung der Capillarität. Dieſe allgemeine Temperaturerhöhung war bis jetzt nur deswegen nicht bemerkt worden, weil ſie, beſonders an unorganiſchen Körpern, oft ſehr gering iſt. Es mußten, um ſie zu finden, äußerſt empfindliche kleine Thermometer, woran ein Grad Cent. 30 bis 50 Millimeter Länge einnahm, in die gepulver-

*) Annales de chemie et de physique. p. *Gay-Lussac* et *Arago*. Tom. XX. p. 141. in Schweigger's Journal der Chemie u. Phyſik. B. XXXVI. S. 193 f.

tern Subſtanzen während ihrer Benetzung mit Waſſer, Olivenöl, Alkohol und Eſſigäther getaucht werden.

Die gefundenen Reſultate ſind in folgender Tafel enthalten:

Unorganiſche Körper	Temperaturerhöhung in Cent. Gr. durch			
	Waſſer	Oel	Alkohol	Aether
Glaspulver	0,258	0,261	0,2 2	0,277
Eiſen	0,215	0,215	0,2 9	0,330
Kupfer	0,195	0,195	0,141	0,304
Zink	0,234	0,208	0,250	0,231
Wißmuth	0,230	0,220	0,246	0,193
Antimon	0,221	0,225	0,308	0,286
Zinn	0,310	0,254	0,329	0,219
Porzellan	0,549	0,493	0,530	0,474
Ziegelmehl	0,572	0,480	0,322	0,458
Thon	0,940	0,912	0,867	0,780
Kieſelerde	0,350	0,179	0,248	0,417
Alaunerde	0,204	0,187	0,217	0,341
Bittererde	0,212	0,148	0,208	0,229
Eiſenoxyd	0,286	0,215	0,300	0,424
Manganhyperoxyd	0,307	0,236	0,341	0,430
Zirkonoxyd	1,198	0,166	0,211	0,271
Kupferoxyd	0,221	0,219	0,195	0,261
Bleyglätte	0,241	0,263	0,232	0,452
Chromoxyd	0,160	0,153	0,219	0,318
Schwefel	...	...	0,173	0,216
Organiſche Subſtanzen				
Kohle	1,16	0,96	1,27	1,41
Stärke	9,70	3,52	4,77	6,18
Sägeſpäne	2,17	2,80	3,02	2,52
Rinde von Saxifrage	5,49	4,27	5,98	6,37
— — Pareira brava	5,23	3,38	4,61	5,88
— — Süßholz	10,20	4,19	7,17	6,54
— — Valeriana	4,26	3,84	4,66	4,10
— — Biſtorta	5,72	3,13	6,07	6,43
— — Iris	6,12	4,00	3,75	6,48
Mehl von Waizen	2,72	1,19	3,40	4,10
— — Mays	2,32	1,22	3,32	3,72
— — Gerſte	2,22	1,15	2,87	3,83
— — Roggen	2,55	1,43	2,92	4,50
— — Hafer	2,42	0,91	2,75	4,32
— — Leinkraut	2,07	...	1,73	3,48
Mehl von Grütze	2,13	...	2,44	...
Körner von Weitzen	1,92	...	2,21	2,25

Organiſche Subſtanzen	Temperaturerhöhung in Cent. Gr. durch			
	Waſſer	Oel	Alkohol	Aether
Körner von Mais	1,10	. . .	2,00	2,36
— — Gerſte	1,12	. . .	1,82	. . .
— — Roggen	1,62	. . .	1,60	. . .
— — Hafer	1,19	. . .	1,56	. . .
— — Canariens	1,15	. . .	1,29	. . .
— — Mohn	1,27	. . .	1,11	1,39
— — Hirſe	0,94	. . .	1,26	0,84
Rübſaamen	1,10	. . .	1,28	0,94
Baumwolle	0,97	1,25	0,83	1,67
Flachsfaden	2,11	1,17	2,78	3,18
Papier	1,45	. . .	. . .	. . .
Daſſ. getrocknet	4,52	2,12	3,60	. . .
Haare	2,06	2,31	1,28	3,45
Wolle	3,17	3,38	2,54	3,12
Elfenbein	3,14	1,18	1,49	. . .
Fiſchbein	2,86	2,15	1,56	3,25
Leder	2,43	. . .	2,41	. . .
Daſſ. gebrannt	4,37	. . .	. . .	. . .
Schwamm	1,90	. . .	. . .	. . .
Schweinsblaſe	2,40	1,84	2,58	3,60
Rindsſehnen	3,16	1,17	3,31	3,24
Schaafdarmhaut	9,63	. . .	10,12	8,38

Zuſ. z. S. 351. Th. V. und S. 733. Th. VI.). Zur genauen Entwickelung der Geſetze der Erkältung und Erwärmung der Körper in unbegrenzten Mitteln, ſo wie zur Beſtimmung der Vertheilung der Wärmematerie mehre Körper unter ſich ſind in den neuern Zeiten ſehr wichtige und ſchätzbare Beobachtungen angeſtellt worden. Beſonders war man dabey mit auf den Einfluß aufmerkſam, welchen die ſtrahlende Wärme auf den Zuſtand der Oberfläche der Körper äußert. Um zu erforſchen, wie die Erkältung oder Erwärmung der Körper in verſchiedenen Mitteln von gleichförmiger Temperatur erfolge, ſtellte der Graf v. Rumford mit Gefäßen aus Meſſingblech merkwürdige Verſuche an. Das Gefäß hatte die Form eines Cylinders, durch deſſen Länge der ebenfalls cylindriſche Behälter eines Thermometers hindurchgeht; deſſen eingetheilte Röhre nach Außen ſich befand. Ein kleines im obern Theile des Gefäßes

angebrachtes Röhrchen diente, kochendes Waſſer oder irgend eine andere Flüſſigkeit einzufüllen, worauf es dann mit einem genau paſſenden Stöpſel verſchloſſen wurde. Nachdem dies geſchehen, wurde der Apparat in ein Zimmer gebracht, das hinreichend groß war, damit ſeine Temperatur keine merkliche Aenderung zu erfahren im Stande war, und mittelſt dreyer dünnen Schnüre darin aufgehängt, oder auf eine hölzerne Unterſtützung geſtellt, welche ihn mit ſehr wenigen Punkten berührt, ſo daß ſie ihm nur einen unmerkbaren Theil der Wärme zu entziehen vermochte. Auf dieſe Art ſah man den Stand des Thermometers immer mehr fallen, und es wurden mittelſt einer genauen Sekundenuhr die Augenblicke bemerkt, in welchen er zu den verſchiedenen Graden der Wärme herabkam. Auch wurde die Temperatur des Zimmers mittelſt eines Thermometers beobachtet, welches von allem Einfluſſe des Gefäßes entfernt war. Zur möglich größten Genauigkeit des Verſuchs iſt es erforderlich, in der Zwiſchenzeit der Beobachtungen das Zimmer zu verlaſſen, um nicht durch ſeine Gegenwart die Temperatur der Luft und die Fortſchritte in der Abkühlung des Gefäßes zu modiſiciren; es iſt nur nöthig, von Zeit zu Zeit in das Zimmer zu gehen, um den Zuſtand des Thermometers zu beobachten, welches entfernt durch ein feſt angebrachtes Perſpektiv geſchehen kann; ja es iſt ſehr zweckmäßig, die Fenſterladen in der Zwiſchenzeit der Beobachtungen geſchloſſen zu halten, um die Bewegung zu verhüten, welche die Wirkung des äußern Lichtes in der Luft erwecken könnte.

Auf dieſe Art wurden von dem Grafen v. Rumford mit zwey Gefäßen, die 4 Zoll Durchmeſſer und 4 Zoll Höhe hatten Verſuche angeſtellt. Die Oberflächen ihrer Böden waren vollkommen gleich, aber die Seitenwände des einen unbedeckt, die des andern aber mit feiner Leinwand bekleidet, welche zum feſten Anliegen an die Metalloberfläche angebracht war. Die Reſultate dieſes Verſuchs ſind in folgender Tabelle angegeben, in welcher

die Zeiten in Stunden und Sexageſimal-Minuten, und die Temperaturen in Fahrenheitſchen Graden ausgedruckt ſind:

Zeiten Stun.	Zeiten Min.	Temperatur Gefäß unbedeckt	Temperatur Gefäß bedeckt	Temper. der Luft	Zeiten Stun.	Zeiten Min.	Temperatur Gefäß unbedeckt	Temperatur Gefäß bedeckt	Temp. d. Luft
10	10	126°½	126°	43°½	4	—	61°¾	53°½	34°½
—	30	109½	106½	43½	—	30	59½	52	—
—	45	105	100½	43¾	5	30	57	49¾	42½
11	—	101⅛	94¾	44	6	—	55½	49⅛	—
—	2½	—	94	—	—	30	54¼	48¼	—
—	15	97½	90¼	—	7	—	53½	47½	42
—	30	94	86¼	—	8	—	51½	46½	—
—	39	—	84	—	9	—	50	45¾	—
—	45	91¼	82½	—	10	—	49	45	—
12	—	81½	79⅜	—	8	12 Mrz	43	42	40
—	15	85½	76	—					
						Die Inſtrumente wurden in ein geheiztes Zimmer gebracht			
—	25	84	—	—	8	2	43	42	62
—	30	—	74½	—	—	32	44¾	44¼	62½
—	45	80	70	—	—	47	46	46½	63
1	—	78	68⅛	—	9	24	48	49½	—
—	30	74¼	64¼	—	10	—	50	52	—
2	—	71⅛	61½	43¾	—	41	51½	53⅞	—
—	30	68⅛	58¾	3½	12	—	54	56½	—
3	—	65¾	56¾	—	12	26	54½	57	—
—	30	63½	54¾	—		Der Verſuch wurde geſchloſſen.			

Hieraus erhellet, beym erſten Anblick, daß das mit Leinwand umhüllte Gefäß weit ſchneller, als das andere erkaltete, und daß überhaupt die Erkältung beyder Gefäße ſehr ungleich iſt. In Anſehung des unbedeckten Gefäßes ließ ſich die Bemerkung machen, daß die Temperatur deſſelben in den erſten Augenblicken, wo ſie viel höher, als die der umgebenden Luft war, ſehr ſchnell abnahm; hierauf verzögerte ſich ihr Sinken in dem Maaße, als dieſer Ueberſchuß kleiner ward, und es ſchien die ſtrenge Gleichheit der Temperaturen eine Grenze zu ſeyn, welche nur im Unendlichen erreichet werden kann. Das Sinken des Thermometer im Apparat in einer unendlich kleinen Zeit läßt ſich mit dem jedesmaligen Ueberſchuß

ſeiner Temperatur über die der umgebenden Luft proportional ſetzen. Dies Geſetz wird auch bey der Erwärmung der Körper beobachtet, wenn ihre Temperatur niedriger als die der umgebenden Luft iſt. Herr Biot [α]) hat daraus eine Formel abgeleitet, aus welcher ſich im voraus beſtimmen läßt, auf welchem Grade ſich das Thermometer des Apparats in irgend einer Zeit befindet, ſobald man nur die Grade kennt, welche es für zwey bekannte Zeitpunkte gezeiget hat. Schon Newton zeigte, daß zwey ſich berührende Körper in jedem unendlich kleinen Augenblicke wechſelſeitig Wärmemengen mittheilen müßten, welche denen, die jeder beſitzt, proportional wären. Dies Geſetz findet jedoch nur Statt, wenn die Temperatur der Körper nicht über 100° ſteigt. Durch eine zahlreiche Reihe von Verſuchen, welche beſonders De la Roche angeſtellt hat, wurde unwiderſprechlich bewieſen, daß die von Newton angenommene Proportionalität in dem Maaße, als der Temperaturunterſchied zunimmt, ſich immer mehr von der Wahrheit entfernet. In dieſem letztern Falle nämlich wächſt der Verluſt des wärmern Körpers in einer weit ſchnelleren Progreſſion, als zu Folge jenes einfachen Verhältniſſes der Fall ſeyn würde. Um das wahre Geſetz der Erkältung bey niedern und höhern Temperaturunterſchieden aufzufinden, haben Petit und Dulong [β]) eine Reihe ſchöner Verſuche angeſtellt. Wenn nämlich ein Körper im leeren Raum erkaltet, ſo wird ſeine Wärme durch Ausſtrahlung gänzlich zerſtreuet. Befindet er ſich aber in der Luft oder in einer andern Flüſſigkeit, ſo erkaltet er ſchneller, indem jetzt nicht blos durch Ausſtrahlung ſondern auch durch die Flüſſigkeit Wärme fortgeführet wird. Es iſt daher natürlich, dieſe beyden Wirkungen zu unterſcheiden; und da ſie aller Wahrſcheinlichkeit nach verſchie-

---

α) Traité de physique exper. To. IV. p. 620 sqq.

β) Annales de chimie et physique p. *Gay-Lussac* et *Arrago*. To. VII. p. 228 sqq. p. 337 sqq.

denen Geſetzen folgen, ſo muß eine jede für ſich unterſuchet werden.

Zu dieſer Unterſuchung bedienten ſich Petit und Dulong der Queckſilberthermometer von 0,8 bis 2,6 Zoll Durchmeſſer; letztere faßten gegen drey Pfund Queckſilber. Durch vorgängige Verſuche ergab ſich, daß die Größe der Kugel auf das Verhältniß des Erkaltens keinen Einfluß habe, und daß dieſes Verhältniß, wie beym Queckſilber, ſo auch beym Waſſer, beym abſoluten Alkohol und bey der Schwefelſäure, durch eine Temperaturreihe von 60° bis zu 30° der hunderttheiligen Skale immer dasſelbe bleibe, ſo daß das Verhältniß der Geſchwindigkeit des Erkaltens zwiſchen 60, 50, 40 und 30 ſich ganz deutlich als völlig gleich zeigte. Sie ließen Waſſer in einer zinnernen Schüſſel und in einer Glaskugel erkalten und fanden, daß die Erkaltung in erſterer ſchneller vor ſich gehe bey Temperaturen unter dem Siedpunkte; auf eine merkwürdige Art trat aber das Umgekehrte ein bey ſehr großer Erhitzung: das Waſſer in der zinnernen Schüſſel erkaltete jetzt nämlich weit langſamer, als das in der Glaskugel befindliche. Ihre vorläufigen Verſuche über das Erkalten des Waſſers endigten ſie mit drey zinnernen Gefäßen, von derſelben Capacität; das erſtere war eine Kugel, das zweyte und dritte Cylinder. Aus dieſen Verſuchen ergab ſich dann, daß die Verſchiedenheit der Geſtalt auf das Geſetz des Erkaltens keinen Einfluß hat.

Zu Verſuchen in leeren Raume diente ein Ballon aus Kupfer dünn gearbeitet und mit einem kurzen Halſe zur Aufnahme des Thermometers verſehen. Dieſer Ballon wurde bis an den Rand in eine hölzerne Wanne voll Waſſer getaucht, und darin durch Querſtäbe feſtgehalten. Ein Ueberzug von Lampenruß im Innern des Ballons hinderte den Einfluß der Strahlung auf das Thermometer. Auf die Mündung des Ballons paßte genau eine angeſchliffene und mit etwas Fett beſtrichene Glasplatte, welche in der Mitte durchbort war und einen eingeſchlif-

ſenen Glasſtöpſel aufnahm, worin das Thermometer ſteckte. Ueber das Thermometer wurde eine glockenförmige Röhre geſtürzt, die an die Glasplatte feſt ſchloß. Von der Spitze dieſer Röhre ging eine biegſame bleyerne Röhre zu der Glocke einer Luftpumpe; die Röhre ſtand aber auch durch eine Fortſetzung mit der Glocke einer pnevmatiſchen Wanne in Verbindung, wodurch ein Gas zugeleitet und ein beſtimmter gleichmäßiger Druck hervorgebracht werden konnte. Die Glocke hing dazu in einer Rolle. Die Fortſetzung der Röhre hatte ein Mittelſtück mit ſalzſaurem Kali gefüllt, zur Austrocknung der Luftarten.

Wenn nun die Waſſerwanne, worin der eingetauchte Ballon feſtſtand, die angemeſſene Temperatur erhalten hatte, und das in der Glasplatte befeſtigte Thermometer faſt bis zum Siedpunkte des Queckſilbers über einem Ofen erhitzt worden war, ſo ſetzte man es ſchnell auf die Mündung des Ballons. Durch die Zwiſchenröhre hing die Kugel bis in die Mitte des Ballons herab, indeß die Röhre der Skale ganz außerhalb blieb. Ueber die Skale wurde nun der enge Cylinder geſtürzt, welcher ſchon vorher an die bleyerne Röhre geſchroben war. Nach gehöriger Verkittung wurde mittelſt der Luftpumpe die Luft ausgepumpt, die durch eine kleine Oeffnung neben dem Thermometer in der Glasplatte ihren Ausweg fand. Sollten die Verſuche in Gasarten angeſtellt werden, ſo pumpte man zuerſt die Luft heraus, ließ das Gas hinein, pumpte dies wieder aus, und ließ endlich das zum Verſuch beſtimmte Gas hinein, welches jetzt nur mit einer äußerſt geringen Menge atmoſphäriſcher Luft vermiſcht ſeyn konnte. Mittelſt einer Sekundenuhr wurden die gleichen Zeiträume der Erkaltung abgemeſſen.

Bey der wirklichen Anſtellung der Verſuche war der leere Raum ſo vollkommen, daß höchſtens nur ein Druck von 3 Millimeter übrig blieb. Um aber berichtigte Reſultate für den völlig luftleeren Raum zu erhalten, wurden vorläufig Erkaltungsverſuche in dem mit Luft gefüllten Ballon unter verſchiedenem Drucke und bey verſchiede-

nen Ueberſchüſſen der Temperatur, um daraus die Beſchleunigung der Erkaltung, die von der Luft ausgeht, zu beſtimmen. Wurde nun dieſe Beſchleunigung von den im künſtlichen Vacuo ſchon ſehr genäherten Reſultaten abgerechnet, ſo ergab ſich die Erkaltung im völlig luftleeren Raume. Folgende Reſultate wurden erhalten, wenn der Ballon mit Eis umgeben war:

Differenz der Temperatur des Thermometers und derjen. des Ballons	Entſprechende Geſchwindigkeiten des Erkaltens
240° Cent. Th.	10,69
220	8,81
200	7,40
186	6,10
160	4,89
140	3,88
120	3,02
100	2,30
80	1,74

Die erſte Columne, als eine arithmetiſche Progreſſion, enthält die Temperaturdifferenz zwiſchen dem Ballon und dem Thermometer, d. i. die Temperatur ſelbſt, weil der Ballon auf 0 Grad ſtand. Die zweyte Columne enthält die berechneten und berichtigten entſprechenden Geſchwindigkeiten des Erkaltens. Dieſe Geſchwindigkeiten werden ausgedruckt durch die Zahl der Grade, um welche das Thermometer in einer Minute fällt. Der bloße Anblick dieſer Columnen zeigt ſchon ganz deutlich, daß das Newton-Richmann'ſche geometriſche Geſetz, nach welchem die Geſchwindigkeit des Erkaltens bey 200° doppelt ſo groß als bey 100° ſeyn ſoll, falſch ſey. Man findet dagegen, daß ſie mehr als dreymal ſo groß, und ſich wie 7,40:2,30 verhalte. Vergleichet man auf eine ähnliche Art den Verluſt der Wärme bey 240° und bey 80°, ſo findet man erſtern 6 mal größer als letztern, während er nach Richmann's Geſetz nur dreymal größer ſeyn ſoll. Aus dieſen und andern ähnlichen Verſuchen leiteten die Herrn Petit und Dulong folgendes Geſetz ab:

Wenn ein Körper im leeren Raum erkaltet, umgeben von einem Mittel, deſſen Tempera-

tur beſtändig iſt, ſo wächſt die Geſchwindigkeit der Erkaltung für die Ueberſchüſſe der Temperatur in arithmetiſcher Progreſſion, wie die Ausdrücke einer geometriſchen Progreſſion, weniger einer gewiſſen Quantität.

Algebraiſch ausgedruckt würde dies Geſetz des Erkaltens im leeren Raume in folgender Gleichung enthalten ſeyn: $V = m a^d (a^t - 1)$, wo d die Temperatur der den leeren Raum einſchließenden Subſtanz bezeichnet, t aber angibt, um wie viel der im leeren Raume befindliche Körper über die denſelben einſchließende Subſtanz erhitzt ſey. Die Verhältnißzahl a dieſer Progreſſion iſt leicht für das Thermometer zu finden, womit die Erkaltung beobachtet worden iſt. Denn wenn d um 20° Wärme zunimmt, während t dieſelbe Temperatur behält, ſo findet ſich die Geſchwindigkeit des Erkaltens multipliciret mit der Zahl 1,165, welche von allen durch Verſuche beſtimmten Verhältniſſen die mittlere iſt. Man erhält dann

$$a = \sqrt[20]{1{,}165} = 1{,}0077.$$

Um die Richtigkeit dieſes Geſetzes zu beſtätigen, bleibt nur noch übrig, es mit den verſchiedenen Reihen der vorhin mitgetheilten Tabellen zu vergleichen. In dem Falle nämlich, wo das umgebende Mittel eine Temperatur von 0° hat, muß man $m = 2{,}037$ ſetzen, und dann erhält man $V = 2{,}037\,(a^t - 1)$, wo $a = 1{,}0077$ iſt:

Temperaturdifferenzen der Werthe von t.	Beobachtete Werthe von V.	Berechnete Werthe von V.
240°	10,96	10,68
220	8,81	8,89
200	7,40	7,34
180	6,10	6,03
160	4,89	4,87
140	3,88	3,89
120	3,02	3,05
100	2,30	2,33
80	1,74	1,72

Uebrigens hat nach der Zeit Herr Gay-Luſſac *) durch ſehr genaue Verſuche gezeigt, daß bey der Ausdehnung und Zuſammenziehung eines leeren Raums die Temperatur deſſelben ſich nicht ändert, während in einem mit Luft angefüllten Raume durch eine Verdünnung oder Verdichtung der Luft ſehr merkliche Thermometerveränderungen entſtehen. Hieraus ſchließt Gay-Luſſac, daß einem leeren Raume kein eigenthümlicher Wärmegehalt zukommen könne, und daß die Wärmeerſcheinungen im leeren Raume nur das Reſultat der durchſtrahlenden Wärme ſind.

Wenn die Erkaltung im leeren Raume bekannt iſt, ſo darf man dieſe nur von der ganzen Erkaltung in einer Gasart abziehen, um die Wirkung, welche der Gasart allein zugehöret, zu erhalten. Um aber das Geſetz der Erkaltung in Gasarten, wo Körper von verſchiedener Natur mit verſchiedenartigen Gaſen unter verſchiedenem Druck und bey ſehr abweichender Temperatur zuſammentreffen können, zu erhalten, ſind zahlreiche unter allen Umſtänden abgeänderte Verſuche nothwendig. Aus einer ſehr großen Menge ſolcher mit einander verglichener Verſuche leiteten die Herrn Petit und Dulong folgendes Geſetz ab:

> Die Schnelligkeit des Erkaltens eines Körpers hängt, inwiefern es von der bloßen Berührung eines Gaſes herrühret, für dieſelbe Temperaturdifferenz von der Dichtigkeit und Temperatur der Flüſſigkeit ab: dies iſt auch noch dann der Fall, daß die Schnelligkeit des Erkaltens dieſelbe bleibt, wenn die Dichtigkeit und Temperatur des Gaſes eine ſolche Veränderung erfahren, daß die Elaſticität conſtant bleibt.

Bezeichnet man das Erkaltungsvermögen der Luft mit P unter dem Luftdrucke p, ſo wird dieſes Vermögen un-

*) Annales de chimie et de physique 1820. März.

ter dem Drucke 2p = P (1,366); unter dem Drucke von 4p = P $(1,366)^2$, und unter dem Drucke von p. 2^n = P $(1,366)^n$. Setzt man p. 2^n = p′ und P $(1,366)^n$ = P′, ſo erhält man

$$\frac{\log. P' - la. P}{\log. (1,366)} = \frac{\log. p' - la. p}{\log. 2},$$ und daraus findet man

$$\frac{P'}{P} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{0,45}$$

Auf dieſelbe Art wird man für den Waſſerſtoff erhalten $\frac{P'}{P} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{0,38}$

Für die Kohlenſäure iſt der Exponent 0,517, und für das ölbildende Gas 0,501, während es für die atmoſphäriſche Luft 0,45 iſt. Die letztern drey Zahlen weichen wenig von 0,5 oder $\frac{1}{2}$ ab; daher man ſagen kann, daß ſich in den luftförmigen Subſtanzen, zu welchen ſie gehören, das Erkaltungsvermögen ziemlich gleich verhalte wie die Quadratwurzel der Elaſticität. Uebrigens führen die Herrn Petit und Dulong noch an, daß bey Vergleichung dieſes von ihnen aufgefundenen Geſetzes mit den Unterſuchungen der Herrn Leslie und Dalton über dieſen Gegenſtand ein großer Irrthum in letztern ſich vorfindet, indem ſie Vorausſetzungen annahmen, welche genauen Beobachtungen völlig widerſprachen.

Bey Gelegenheit der Verſuche, welche De la Roche angeſtellet hatte, um das von Newton angeführte allgemeine Geſetz der Mittheilung der Wärme näher zu prüfen, entdeckte er zugleich die wichtige Thatſache, daß der Verhältnißtheil ſtrahlender Wärme, welcher durch eine Glasplatte hindurchgeht, in dem Maaße zunimmt, als die Wärme aus einem wärmern Körper ausſtrömt. Anfänglich iſt dies unmerklich wenn der Körper nur eine niedere Temperatur beſitzt, nimmt aber immer mehr zu, bis er in leuchtenden Zuſtand gerathen iſt, und wächſt ſelbſt dann noch mit der Verſtärkung ſeines Lichtes. Um genaue Reſultate zu erhalten ſuchte De Laroche zuerſt

ſichere Mittel auf, damit ein und derſelbe Körper nach und nach auf verſchiedene feſte Temperaturen erhoben werden könne; alsdann beobachtete er für jede dieſer Temperaturen den erwärmenden Einfluß, welchen der Körper in der Entfernung auf ein befeſtigtes Thermometer oder auf Würfel ſchmelzenden Eiſes von bekannten Volumen äußerte, erſt blos direct durch die Luft, dann durch die Luft und einen zwiſchen eingebrachten Glasſchirm hindurch. Um aber das im letztern Falle erhaltene Reſultat rein von dem zu erhalten, was ſich auf Rechnung der eigenen Erwärmung und Stralung der Glasplatte ſchreiben ließ, ſtellte er einen dritten Verſuch an, wobey er die erſte Fläche dieſes Glaſes ſchwärzte, wodurch alles directe Hindurchgehen unmöglich gemacht wurde, und die in dieſem Fall auf das Thermometer beobachtete Wirkung von der beobachteten Totalwirkung abzog. Nach dieſem Abziehen mußte ein Reſt bleiben, welcher der Wirkung des Durchganges allein gewiß eher nachſtand, als ſie übertraf; und demungeachtet zeigte dieſer Reſt mit der Totaldifferenz der Temperaturen des warmen Körpers und des Thermometers verglichen, eine Zunahme in ſo ſchnell ſteigenden Verhältniſſe. Von allen Verſuchen, welche De Laroche anſtellte, iſt der ſicherſte und überzeugendſte folgender. Durch Anbringen von Blendungen ermittelte er, daß beſtändig nur ſo viele Wärmeſtrahlen zum Thermometer gelangen konnten, daß die Wirkung auf dieſes Inſtrument durch die Luft allein hindurch bey verſchiedenen Temperaturen ſich gleich blieb: er ermittelte dieſe Gleichheit durch Verſuche aus. Wäre nun das Verhältniß, in welchem der Wärmeſtoff durch das Glas hindurch geht, beſtändig geweſen, ſo hätte ſich dieſelbe Gleichheit der Wirkungen auch noch zeigen müſſen, wenn man einen Glasſchirm auf den Weg der Strahlen gebracht hätte, nach Abzug des kleinen Theils der Wirkung, der auf Rechnung der eigenen Erwärmung dieſer Platte kommt. Im Gegentheil aber nahm der Verhältnißtheil Wärme, der durch den Schirm hindurchging, raſch zugleich mit

der Temperatur der Quelle zu, obgleich die directe Wirkung durch die Luft allein hindurch ſich in allen dieſen Fällen gleich blieb. Es iſt dies ohne Zweifel eine Folge dieſer Eigenſchaft, daß die Wärme der Sonnenſtralen ungleich weniger bey ihrem Durchgange durch das Glas geſchwächt wird, als die, welche von brennenden irdiſchen Körpern ausgeht; und es wird hiedurch ſehr wahrſcheinlich, daß die Temperatur der Sonne eine unendlich höhere Intenſität beſitzt, als alle die Temperaturen, welche wir hervorbringen können.

De Laroche hat auf dieſe Art noch einen andern merkwürdigen Satz feſtgeſtellt, daß nämlich die Wärmeſtrahlen, welche ſenkrecht durch eine erſte Glasplatte hindurchgegangen ſind, dadurch verhältnißmäßig geeigneter worden ſind, durch eine zweyte hindurch zu gehen; denn das durch die erſte Platte hindurchgegangene Bündel erfährt beym Durchgang durch die zweyte einen weit geringern Verluſt. Die Beweiſe dieſer Thatſache erhält man durch dieſelben Verfahrungsarten, welche für eine einzige Statt finden. Man hat hieraus den Schluß gezogen, daß die Wärmeſtrahlen, welche durch das erſte Glas hindurch gegangen ſind, entweder eine gewiſſe eigenthümliche Beſchaffenheit beſitzen, oder daß ſie durch dieſelbe in einen der Polariſation ähnlichen, Zuſtand verſetzt werden, welcher ſie geeigneter macht, durch eine andere Platte hindurchzugehen.

Endlich hat auch De Laroche mittelſt der nämlichen Verfahrungsarten vergleichungsweiſe die Quantitäten ſtrahlenden Wärmeſtoffs gemeſſen, welche durch Glasplatten von verſchiedenen Dicken hindurchgehen, wenn ſie unter gleichen Umſtänden dem Einfluß eines und deſſelben warmen Körpers ausgeſetzt werden; und gefunden, daß die größere Dicke das Durchgehen in einem beträchtlichen Verhältniſſe ſchwächte, ſo daß die Vortheile einer vollkommenern Durchſichtigkeit dadurch aufgewogen ja ſelbſt überwogen zu werden vermochten. Eine 1,7 Millimeter dicke Platte von gewöhnlichem Glaſe ließ weit mehr Wär-

meſtoff hindurch, als eine Tafel von ſehr ſchönem Glaſe von 9 Millimeter Dicke.

Dieſe neueſten von De Laroche gemachten Entdeckungen geben ſchönen Stoff zu weitern Unterſuchungen, aus welchen wahrſcheinlich mehre noch unbekannte Modifikationen des Wärmeſtoffs hervorgehen werden, wenn die Phyſiker denjenigen Weg verfolgen, welcher ihnen von De Laroche iſt eröffnet worden.

Ueber das Ausſtrahlen des Wärmeſtoffs haben in den neuern Zeiten die Herrn Leslie [α]) und v. Rumford [β]) ſehr ſcharfſinnige Unterſuchungen angeſtellt, und erſterer machte dabey auf die Wirkung, welche von der Natur der Oberfläche der Körper auf die Vertheilung der Wärme abhängt, zuerſt aufmerkſam. Leslie gebrauchte zur Anſtellung ſeiner Verſuche einen einzigen paraboliſchen Hohlſpiegel, welcher ungefähr 14 Zoll im Durchmeſſer hatte, und in einem hölzernen Geſtelle aufrecht ſtand. Die Körper, welche die Wärme ausſtrahlten, waren kleine zinnerne hohle Würfel von drey bis zehn Kubikzoll Inhalt; dieſe wurden mit heißem Waſſer angefüllt, und von dem Hohlſpiegel wenige Fuße entfernt aufgeſtellt. Dadurch, daß die Seitenflächen mit verſchiedenen Subſtanzen oder Stoffen belegt, und auf mancherley Art modiſicirt wurden, ließ ſich auf eine leichte Art der Einfluß, welchen die Natur und Beſchaffenheit der Oberflächen auf die ſtrahlende Wärme hat, beſtimmen. Um die Wirkung bey dieſen Verſuchen zu meſſen, diente das Differenzialthermometer. Ein kleiner zinnerner Würfel wurde mit kochendem Waſſer gefüllt, und vor dem Spiegel in einer Entfernung von einigen Fußen geſtellt, während eine der Kugeln des Differenzialthermometers ſich im Brennpunkte des Spiegels befand. Dieſes zeigte ſogleich eine Erhöhung der Temperatur an.

α) Kurzer Bericht von Verſuchen und Inſtrumenten ꝛc. überſetzt von Brandes. Breslau 1823. S. 20 ff.

β) Philosoph. Transact. for 1804. p. 109 ff.

Um die Wirkung, welche die Oberflächen der Körper auf das Strahlen der Wärme haben, mit Genauigkeit zu meſſen, beſtrich Leslie die Seite eines Würfels mit Lampenſchwärze, überzog eine andere mit Schreibpapier, bedeckte die dritte mit einer Glastafel, und ließ die vierte völlig unbelegt. Als der Würfel mit kochendem Waſſer angefüllt war, wurde zuerſt die geſchwärzte Seite dem Spiegel gegenübergeſtellt; das Differenzialthermometer ſtieg um 100 Grade ſeiner Skale. Die mit Papier belegte Seite verurſachte ein Steigen von 98 Grade; die mit Glas belegte Fläche von 90 Graden; und die metallene Oberfläche brachte nur ein Steigen von 12 Graden hervor. Dieſe Zahlen drucken daher das verſchiedene Vermögen der angeführten Subſtanzen aus, den Wärmeſtoff auszuſtrahlen, indem, ungeachtet eine jede Fläche einerley Temperatur beſitzen mußte, die Menge des ausgeſtrahlten Wärmeſtoffs verſchieden war. Folgende Tafel giebt einen allgemeinen Ueberblick der Reſultate, welche mit verſchiedenen Ueberzügen erhalten wurden:

Lampenſchwarz . . .	100
Waſſer nach Schätzung . .	100 +
Schreibpapier	98
Harz	96
Siegellack	95
Krownglas	90
Chineſiſche Tuſche . . .	88
Eis	85
Mennige	80
Graphit	75
Hauſenblaſe	75
An der Luft glanzlos gewordenes Bley	45
Queckſilber	20 +
Glänzendes Bley . . .	19
Polirtes Eiſen	15
Verzinntes Eiſenblech . . .	12
Gold, Silber, Kupfer . . .	12

Aus dieſer Tafel erhellet, daß die Metalle in einem weit geringern Grade Wärme ausſtrahlen, als andere

Subſtanzen, und daß zinnerne Gefäße unter den metalliſchen Körpern, mit welchen Verſuche angeſtellet wurden, dieſes Vermögen in einem beſonders niedrigem Grade beſitzen. Das ausſtrahlende Vermögen des Lampenſchwarz übertrifft, das von dieſem Metalle mehr als achtmal, und Kronglas 7,5 Mal.

Selbſt bey einerley Subſtanz wird das ausſtrahlende Vermögen durch geringe Abänderungen an der Oberfläche bedeutend verändert. Das ausſtrahlende Vermögen der Metalle iſt weit geringer als das anderer Körper. Der Glanz und die Glätte ihrer Oberflächen ändern aber dies Vermögen gar ſehr ab. Wird das Metall der Luft ausgeſetzt glanzlos, welches der Umfang einer Oxydation iſt, ſo wird ſein ausſtrahlendes Vermögen bedeutend vermehrt. Aus voriger Tabelle ſieht man, daß das ausſtrahlende Vermögen beym glänzenden Bley nur 19 ausmacht, bey glanzlos gewordenem Bley aber 45.

Wird die Glätte an der Oberfläche eines Metalles durch Scheuern vernichtet, ſo vermehret ſich ſein ſtrahlendes Vermögen. Wenn ein zinnernes Gefäß mit Sandpapier nach einerley Richtung geſcheuert, ſo ſteigt ſein Ausſtrahlungsvermögen auf 22, da es vorher nur 12 war. Durchs Scheuern dieſes Gefäßes übers Kreuz aber wird dies Vermögen wieder um etwas vermindert.

Wenn bey einerley Fläche und gleicher Temperatur der Abſtand vom Differenzialthermometer verſchieden war, ſo ſchien das ausſtrahlende Vermögen im Verhältniſſe des Abſtandes abzunehmen, ſo daß der doppelte Abſtand die Hälfte, und der dreyfache den dritten Theil der anfänglichen Wärmeeinwirkung auf das Thermometer und auf andere Körper zur Folge hat. Einige ſeiner Verſuche ſchienen jedoch dies einfache Geſetz nicht zu beſtätigen. Ueberdieß fand Leslie, daß, wenn er Würfel von verſchiedener Größe anwendete, und ſie in ſolche Abſtände brachte, daß ſie insgeſammt denſelben Winkel mit dem Spiegel machten, alsdenn die Wirkung

eines jeden auf das Differenzialthermometer beynahe gleich war.

So erhob ein Würfel

von 3	Zoll	und 3	Fuß	Entfernung	das	Thermometer	auf				50°
= 4	=	= 4	=	=	=	=	=	=	=	=	54°
= 6	=	= 6	=	=	=	=	=	=	=	=	57°
= 10	=	= 10	=	=	=	=	=	=	=	=	59°

Aus dieſen Verſuchen erhellet, daß die Wirkung des Würfels auf das Thermometer beynahe mit dem Winkel im Verhältniß ſtehe, den es damit macht, und eben ſo, daß die von dem Würfel ausſtrahlende Wärme keine merkliche Veränderung bey ihrem Durchgange durch die Luft erleide.

Obgleich die Wärme von einem erhitzten Körper nach allen Richtungen ausſtrahlet, ſo zeigten doch die Verſuche, daß das Ausſtrahlen in der auf der Oberfläche des erhitzten Körpers ſenkrechten Richtung am häufigſten erfolge, und daß die Wirkung abnimmt, wenn der Würfel in eine gegen den Spiegel ſchiefe Richtung geſtellet wird; dieſe Abnahme ſteht ſelbſt mit der Schiefe des Würfels im Verhältniß. Vielfache Verſuche dieſer Art haben dem Herrn Leslie gezeigt, daß in allen Lagen die Wirkung mit dem optiſchen Winkel, unter welchen der Würfel vom Spiegel ausgeſehen wird, im Verhältniß ſtehe. Daher iſt die Wirkung der erhitzten Oberfläche dem Sinus ſeiner Neigung gegen den Spiegel proportional.

Das weit größere ausſtrahlende Vermögen verſchiedener Flächen gegen das der Metallfläche iſt ſchon bey ganz gewöhnlichen Verſuchen merklich. Wird nämlich eine gewöhnliche Glasflaſche oder ein Porzellantopf mit kochendem Waſſer gefüllt, ſo bemerkt man, indem man die flache Hand nahe bringt, ſchon in der Entfernung von 1 bis 2 Zoll von der erhitzten Oberfläche eine angenehme Wärme; aber ein ebenfalls mit kochendem Waſſer angefülltes ſilbernes Gefäß läßt, wenn man ſich der Ober-

fläche nähert, kaum einige Wärme empfinden, bis man faſt das Metall ſchon berührt.

Wurde eine Silberkugel nur mit dem dünnſten Goldſchlägerhäutchen bedeckt, deſſen Dicke nicht über $\frac{1}{3000}$ Zoll betrug, ſo vermehrte ſich das Ausſtrahlungsvermögen von 1 auf 7; wurde ein zweytes hinzugefügt, ſo nahm es von 7 bis zu 9 zu, und ſo ging es fort, bis fünf Bekleidungen angebracht waren, wobey das Ausſtrahlungsvermögen am ſtärkſten geworden, und bis auf 10 geſtiegen war. Uebrigens bleibt das Ausſtrahlen der Wärme ganz ungeändert, die Luft mag auch noch ſo ſtark in Bewegung ſeyn.

Ueberhaupt gibt es nach allen Beobachtungen gar keinen Körper, welcher nicht Wärme ausſtrahlen ſollte. Selbſt Eis bey 32° Fahr. welches dem Gefühlsorgane ſo kalt erſcheint, kann Wärme ausſtrahlen, wenn man es in ein Zimmer bringt, wo die Temperatur der Luft auf 0° Fahr. ſteht; und eine Maſſe ſchmelzendes Eis vor einem Hohlſpiegel gebracht, wird die Thermometerkugel eben ſo, wie der Würfel mit heißem Waſſer, afficiren. Eine Miſchung von Schnee und Salz zu 0° Fahr. wird eben ſo ein warmer Körper werden, wenn man ſie in eine Temperatur von — 40° Fahr. bringt. In allen dieſen Erſcheinungen, ja ſelbſt in unſern Empfindungen nehmen wir nichts Abſolutes wahr, ſondern bloße Differenzen. Daher kann man annehmen, daß alle Körper bey jeder Temperatur Wärme ausſtrahlen, nur iſt, je nach der Natur der Oberfläche und der Temperatur derſelben, die Intenſität der ausgeſtrahlten Wärme verſchieden. Die Beſtändigkeit der Temperatur eines Körpers beſteht in der Gleichheit der Quantitäten ſtrahlender Wärme, die er in einerley Zeit ausgibt und einnimmt; und die Gleichheit der Temperatur zwiſchen mehren Körpern, welche aufeinander durch ihre gegenſeitige Ausſtrahlung Einfluß äußern, beſteht in der vollkommenen Ausgleichung der momentanen Austauſchungen, welche zwiſchen einem dieſer Körper und allen Statt finden.

Aber dieſelben Eigenſchaften, welche eine Oberfläche fähig machen, Wärme auszuſtrahlen, machen ſie auch fähig unter andern Umſtänden die Eindrücke derſelben aufzunehmen. So wie eine Glasoberfläche ihre Wärme reichlich ausſtrahlet, ſo nimmt ſie auch, der heranſtrömenden Wärme ausgeſetzt dieſelbe mit ganzer Kraft auf; und ſo wie eine polirte Metallfläche nur langſam ihre Wärme abgibt, ſo nimmt ſie auch von der zuſtrömenden Wärme nur wenig auf, und wirft alle übrige zurück. Die Kräfte der Oberfläche, Wärme auszuſtrahlen, und ſolche aufzunehmen, ſind daher einander entgegengeſetzt. Die unbedeckte Kugel eines Thermometers in der Nähe eines Gefäßes mit heißem Waſſer, zeigt einen ſehr merklichen Zufluß von Wärme, aber mit Zinnblatt belegt oder vergoldet wird das Thermometer kaum einige Wärme zeigen. Hieraus erkläret ſich auch, warum ganz dünner glänzender Stanniol einen vollkommenen Feuerſchirm gibt, ſo undurchdringlich für die Hitze, daß man es mit einer Maske, die mit ſolchem Stanniol überzogen iſt, ohne den geringſten Nachtheil wagen kann, das Geſicht der Flamme eines Glashüttenofens auszuſetzen.

Setzt man ein Blatt Papier der ſtrahlenden Wärme in der Luft entgegen, ſo nimmt dieſes den ganzen Eindruck auf, eine Glasſcheibe dagegen wirft etwa $\frac{1}{10}$ zurück, und eine polirte Silberplatte $\frac{9}{10}$ und nimmt nur $\frac{1}{10}$ auf. Bedeckt man dagegen die Metallfläche mit einem Häutchen von $\frac{1}{3000}$ Zoll Dicke, ſo werden nur noch $\frac{3}{10}$ zurückgeworfen, und das übrige zur Erwärmung des Körpers aufgenommen; fügt man mehrere Bedeckungen hinzu, ſo daß die ganze Bekleidung $\frac{1}{500}$ Zoll ſtark wird, ſo nimmt die zurückgeworfene Wärme faſt bis auf nichts ab. Daher iſt die Sammlung von Wärme und Kälte im Brennpunkte eines Metallſpiegels ſehr auffallend, ſtatt daß ein Glasſpiegel eben die Wirkung nur höchſt ſchwach zeigt.

Die verſchiedene Wirkung der Glasfläche und der Metallfläche beym Ausſtrahlen der Wärme und beym Auf-

nehmen der ſtrahlenden Wärme kann man durch folgenden leichten Verſuch zeigen. Man nehme eine Glasplatte von etwa 4 Zoll ins Gevierte und belege einer ihrer Seiten zur Hälfte mit Zinnfolie; hält man alsdann dieſe Platte mit der zum Theil belegten Seite einige Sekunden dem Feuer ziemlich nahe, ſo fühlt man hinter der Metallbedeckung kaum einige Erwärmung, während die Wärme des freyen Theils ſehr merklich iſt. Verfährt man mit der Stellung der Glasplatte umgekehrt, ſo daß die unbedeckte Seite dem Feuer zugekehret iſt, ſo bemerkt man einen entgegengeſetzten, obgleich weniger auffallenden Unterſchied, nämlich die Metallbedeckung wird merklich wärmer, als der unbedeckte Raum, weil die aufgenommene Wärme an der innern Oberfläche der Belegung ſich anhäuft. Im letztern Falle iſt der Unterſchied der Temperatur, welche hervorgebracht wird, beynahe das Doppelte, im erſten Falle dagegen beynahe das Zehnfache. Wirkungen ähnlicher Art, eben ſo einander gegenüberſtehend, obgleich weniger erheblich, erhält man, wenn man jene theils belegte Glasplatte mit einem dünnen Häutchen bedeckt; die bloße Nähe des Metalls ſchwächt die Verſchluckung, ſo wie die Ausſtrahlung der Wärme.

Man ſieht aus dieſen Verſuchen, daß das Vermögen auszuſtrahlen und Wärme zurückzuwerfen einander entgegengeſetzt ſind. Diejenigen Flächen, welche ein vorzügliches Vermögen beſitzen, Wärme auszuſtrahlen, werfen dieſelbe im geringen Maaße zurück, hingegen findet ſich bey denjenigen Flächen, welche ein geringes Ausſtrahlungsvermögen haben, eine bedeutende Ausſtrahlung.

Das Wärmeausſtrahlen an einer geſchwärzten Oberfläche iſt ſehr ſtark, hienächſt folgt in dieſer Wirkung die Glasfläche, und das geringſte Vermögen, Wärme auszuſtrahlen, findet ſich an den Oberflächen polirter Metalle, während in Hinſicht des Vermögens die Wärme zurückzuwerfen genau die umgekehrte Ordnung Statt findet.

Um die relative Intenſität des zurückwerfenden Vermögens verſchiedener Subſtanzen in Rückſicht der Wärme

vergleichen zu können, ſtellte Leslie dünne Platten aus den zu unterſuchenden Subſtanzen vor dem Haupt-Reflektor, und näher an ihn, als an den eigentlichen Brennpunkt deſſelben. Es erfolgte eine neue Zurückwerfung der Wärme, und die Strahlen ſammelten ſich in einem Brennpunkte, der dem Spiegel um ſo viel näher, wie die Platte lag, als der alte Brennpunkt weiter entfernt war.

Folgende Tafel gibt das Vermögen verſchiedener Subſtanzen, die Wärme zurückzuwerfen, an:

Meſſing	100
Silber	90
Stanniol	85
Blackzinn	80
Stahl	70
Bley	60
Stanniol durch Queckſilber erweicht .	10
Glas	10
Glas mit Wachs oder Oel überzogen	5

Wurde die Politur des Spiegels dadurch aufgehoben, daß man ihn mit Sandpapier rieb, ſo verminderte ſich auch ſeine Wirkung ſehr. Wurde ferner dem Reflektor ein Ueberzug von irgend einer Materie von verſchiedenen Graden der Dicke gegeben, ſo ergaben ſich folgende Reſultate:

Die Wirkung des unbelegten Reflektors war 127

Dicke der Schichte	Wirkung
$\frac{1}{400000}$ Zoll . .	98
$\frac{1}{10000}$ — . .	93
$\frac{1}{50000}$ — . .	87
$\frac{1}{20000}$ — . .	61
$\frac{1}{10000}$ — . .	39
$\frac{1}{5000}$ — . .	29
$\frac{1}{2000}$ — . .	21
$\frac{1}{1000}$ — . .	15

Hieraus erhellet, daß die Intenſität des Zurückwerfens des Wärmeſtoffs im umgekehrten Verhältniſſe mit dem Vermögen deſſelben, Wärme auszuſtrahlen, ſtehe. Leslie zeigte ferner, daß hiebey nur die vordere Fläche des Spiegels wirkſam

ſey. Denn bediente er ſich zu dieſen Verſuchen eines Glas- ſpiegels, ſo veränderte ſich das Vermögen deſſelben nicht, wenn die Belegung von der hintern Fläche abgeſchabt, oder die hintere Fläche mit Sand oder Schmirgel ge- ſcheuert wurde.

Leslie unterſuchte auch, welchen Einfluß die verſchie- denen Mittel, in welchen das Ausſtrahlen der Wärme Statt findet, auf dieſe Erſcheinung haben können. Das gewöhnliche Mittel, durch welches die ausſtrahlende Wärme hindurch geht, iſt die atmoſphäriſche Luft. Bey ſeinen Verſuchen fand Leslie, daß kein bemerkbares Aus- ſtrahlen Statt findet, wenn der Würfel, der Spiegel und das Differenzialthermometer in Waſſer getauchet ſind. Hieraus leitet er die Folge ab, daß, wenn ein Ausſtrah- len der Wärme erfolgen ſoll, der ausſtrahlende Körper mit einer luftförmigen Flüſſigkeit umgeben ſeyn müſſe. In allen gasförmigen Subſtanzen, in welchen er Verſuche anſtellte, fand ein Ausſtrahlen der Wärme Statt, und es ſchien nicht, daß auf das Verhältniß des Ausſtrahlens die Abänderung des umgebenden Mittels einen ſehr be- deutenden Einfluß habe. Wenigſtens wurde bey atmo- ſphäriſcher Luft und Waſſerſtoffgas kein Unterſchied wahr- genommen; ja auch Sauerſtoff- und Stickſtoff-Gas ſchienen ſich in dieſer Hinſicht nicht von der atmoſphäri- ſchen Luft zu unterſcheiden.

Wurde die Luft verdünnt, ſo fand Leslie, daß das Vermögen der Oberfläche Wärme auszuſtrahlen etwas vermindert wurde; und daß es in verſchiedenen Gas- arten in verſchiedenen Verhältniſſen abnahm. In fol- gender Tabelle, welche Leslie aus ſeinen Verſuchen berechnet hat, iſt die Verminderung des Ausſtrahlungs- vermögens in atmoſphäriſcher Luft und in Waſſer- ſtoffgas bey verſchiedenen Graden der Verdünnung an- gezeigt:

Verdünnung	Atmoſphär. Luft Ausſtrahlen des Glaſes	Metalles	Waſſerſtoffgas Ausſtrahlen des Glaſes	Metalles
1	5714	714	5714	714
2	5519	690	5584	698
4	5332	667	5456	682
8	5150	644	5331	666
16	4975	622	5210	651
32	4805	601	5091	637
64	4641	580	4974	622
128	4483	560	4861	608
256	4331	542	4750	594
512	4183	523	4641	580
1024	4041	505	4538	567

Aus allen dieſen angeführten Verſuchen zieht Leslie die Folge, daß der ausſtrahlende Wärmeſtoff unvermögend ſey, durch feſte Körper hindurch zu gehen, und ſchließt ferner, daß die Urſache, welche dieſe Wirkung hervorbringt, nicht Licht oder eine feine mit großer Geſchwindigkeit in geradenen Linien fortgeſtoßene Flüſſigkeit ſey, ſondern daß lediglich die umgebende Luft als Fortpflanzungsmittel diene. Die Luft müſſe nämlich, ohne ihre Stelle zu ändern, durch eine Art wellenförmiger Bewegung die Wärme verbreiten, auf eine ähnliche Art, wie ſie den Schall fortpflanze. Die Lufttheilchen unmittelbar an der Oberfläche der Körper nähmen von dieſer Wärme etwas auf, dehnten ſich aus und fingen ſo die Zitterungen an; wenn ſie ſich nun wieder zuſammenzögen, ſo gebe dieſe ganze Lufthülle ſeinen Wärmeüberſchuß an die zunächſt vorliegenden Theilchen, die ſich nun ausdehnten, und ſo die Wärme verbreiteten. Dieſe vibrirenden Eindrücke würden nicht in gerader Linie fortgeführt, ſondern jede nachfolgende Zitterung ſtrebe, wie beym Schalle, eine gleiche Zerſtreuung zu gewinnen. Hinderniſſe verſchiedener Art könnten daher gar wol erhebliche Ablenkungen der Wärme von ihrem Wege bewirken. Daher komme es, daß, wenn man Pappringe in Form eines hohlen Horns, wie man das Füllhorn bilde, zuſammenſetze, und die weite Oeffnung dieſes Horns in einiger

Entfernung dem Feuer gegenüberſtelle, ſich in der engen Oeffnung, ungeachtet der Biegungen des Rohrs eine angehäufte Wärme zeige; — vermuthlich auf eine ähnliche Weiſe, wie Wellen, die von einer offenen Rhede in einen engen Hafen ſtrömen, nun zuſammengedrängt und ſeitwärts gebeugt, ohne zurückgeworfen zu werden, furchtbare Wogen bildeten.

Dieſelbe Art von Zitterungen oder Pulſationen machte nun ebenfalls die Atmoſphäre fähig, auch die Eindrücke der Kälte fortzupflanzen. Die an einer kalten Fläche anliegende Luft werde plötzlich erkaltet, leide eine Zuſammenziehung und bringe ſo eine Kette von Pulſationen hervor. Dieſer Zuſammenziehung folge ſogleich eine Ausdehnung, welche der nächſten Schichte, die ſich jetzt im Zuſtande der Zuſammenziehung befinde, Wärme entziehe, und die ſcheinbare Kälte oder vielmehr die Wärme-Entziehung pflanze ſich nun in immer erweitertem Umfange fort. Die Kraft der Fortpflanzung hange auch hier von der Natur der Oberfläche ab, welche dieſe Einwirkung leide. Daher fühle man ſchon in einiger Entfernung die Kälte eines mit Eis oder noch beſſer mit Schnee und Salz gefüllten Porzellanbechers, ſtatt daß ein ſilbernes Gefäß, mit eben der Miſchung gefüllt, die ihm genäherte Hand nicht eher abkühle, bis es ganz mit Thau bedeckt ſey, und alſo keine reine metalliſche Fläche mehr darbiete.

Die Erſcheinungen, daß bey ein und derſelben Temperatur, verſchiedene Oberflächen verſchiedene Mengen von Wärmeſtoff ausſtrahlen, erkläret Leslie aus der mehr oder minder vollkommenen Berührung dieſer Flächen mit der atmoſphäriſchen Luft. Diejenigen, welche von der Luft am genaueſten berühret werden, werden dem zu Folge ihr die größte Menge Wärmeſtoff, oder am ſchnellſten mittheilen, und es wird demnach ſcheinen, als wenn das Ausſtrahlen des Wärmeſtoffs bey einer beſtimmten Temperatur aus ihnen am ſchnellſten erfolge. Aus demſelben Grunde werden dergleichen Oberflächen auch

die Eigenſchaft beſitzen, den ſtrahlenden Wärmeſtoff am begierigſten in ſich zu nehmen.

Endlich erkläret hieraus Leslie auch die Wirkung von Schirmen, welche zwiſchen den heißen Körper und den Spiegel geſtellet werden; dieſe halten nämlich ſtets einen Theil der ausſtrahlenden Wärme auf, indem ſie die Kette der Pulſirungen unterbrechen. Da ſie aber bis zu einer gewiſſen Ausdehnung vermögen, die atmoſphäriſche Luft in dieſen Zuſtand zu verſetzen, ſo pflanzen ſie dieſe Pulſirungen noch zum Theil fort, und diejenigen werden dieſes bis zu dem größten Umfange thun, welche am geſchickteſten ſind, urſprünglich dergleichen wellenförmige Bewegungen zu erregen.

Gegen dieſe Erklärung der Phänomene, welche die ausſtrahlende Wärme der Oberflächen verſchiedener Körper hervorbringt, ſind verſchiedene nicht unerhebliche Einwendungen gemacht worden, und vorzüglich ſcheinen die Geſetze des Erkaltens der Körper im leeren Raume, welche Dulong und Petit begründet haben, Leslie's Hypotheſe gänzlich zu zernichten. Ja folgender ſehr ſinnreiche Verſuch des Herrn H. Davy ſcheint hinreichend zu ſeyn, dieſelbe als unſtatthaft zu betrachten. Ha. Davy hatte nämlich einen Apparat verfertiget, durch welchen Platindraht in irgend einem elaſtiſchen Mittel, oder im leeren Raume, erhitzt werden konnte, und durch welchen man zugleich die Wirkungen der Ausſtrahlung vermöge zweyer Spiegel deutlich darſtellen konnte, während die Wärme durch eine Volta'ſche Batterie erregt wurde. Bey mehren Verſuchen, wo dieſelben Kräfte angewendet wurden, den Draht glühend zu machen, ergab es ſich, daß die Temperatur eines Thermometers, wenn die Luft im Recipienten um das 120fache verdünnt worden war, dreymal höher ſtieg, als wenn die Luft ſich in ihrem natürlichen Zuſtande der Verdichtung befand. Die Berührung verdünnter Luft bewirkte eine weit geringere Erkältung, als die der gewöhnlichen Luft; denn der Platindraht glühete im erſtern Falle weit heftiger als im

letztern, durch welchen Umſtand vielleicht der Verſuch nicht als vollkommen entſcheidend zu betrachten iſt. Allein die Reſultate ſcheinen für die Annahme zu ſprechen, daß die Wärmeausſtrahlung der Erde von keinen Bewegungen oder Affectionen der Atmoſphäre abhängig iſt. Die Fläche der beyden Spiegel wurde parallel zum Horizonte geſtellt, während der glühende Körper in den Focus des obern und das Thermometer in den des untern Spiegels geſtellt war. Es erhellet, daß eine verminderte Dichtigkeit des elaſtiſchen Mittels, ungefähr ums 120fache, nach Leslie's Anſichten eine weit geringere Temperatur, nicht aber eine dreyfache Vermehrung derſelben, wie es wirklich der Fall war, im untern Focus hätte hervorbringen müſſen, wenn man auch für die, in Folge der Erkaltungskraft der atmoſphäriſchen Luft, verminderte Intenſität des Glühens alles in Anſchlag bringt. Die Verſuche mit Schirmen von Glas, Papier u. ſ. w. welche Leslie zur Unterſtützung ſeiner Schwingungshypotheſe anführet, ſind ſeitdem mit den oben angeführten Verſuchen des De la Roche über Schirme zuſammengeſtellt worden. Durch mannigfaltige Vervielfachung dieſer Verſuche erhielt letzterer Reſultate, die ſich nicht mit Leslie's Anſichten vertrugen, vielmehr für eine genaue Verbindung von Licht und Wärme ſprachen.

Diejenigen Verſuche, welche der Graf v. Rumford über dieſen Gegenſtand angeſtellet hat, ſtimmen mit denen von Leslie in den Hauptpunkten überein. Er fand, daß eine polirt metalliſche Oberfläche weit weniger Wärme ausſtrahlet, als bey derſelben Temperatur eine metallene Fläche, welche geſchwärzt worden. Nach ſeinen Verſuchen beſitzen verſchiedene Metalle bey einerley Temperatur auch ein gleiches Ausſtrahlungsvermögen, welches jedoch nach Leslie's Verſuchen der Fall nicht iſt.

Nach Rumford ſtrahlen thieriſche Subſtanzen, z. B. thieriſche Häute, eine weit größere Wärmemenge aus, welche 25 Mal größer iſt, als die von einer metallenen Oberfläche bey derſelben Temperatur ausgeſtrah-

let wird. Zugleich fügt er auch die allgemeine Bemerkung hinzu, daß bey dieſen Körpern das Vermögen Wärme aufzunehmen und auszuſtrahlen in demſelben Verhältniſſe ſtehe.

Aus den angeführten Verſuchen laſſen ſich manche Vortheile bey der Benutzung der Wärme ziehen. Gefäße mit glänzend metalliſcher Oberfläche ſind am geſchickteſten, um Flüſſigkeiten warm und um ſie kalt zu erhalten. Ein ſilbernes Gefäß läßt kaum halb ſo viel Wärme verloren gehen, als ein Gefäß von Porzellan, und der leichteſte Ueberzug mit Gold, Platina und Silber, wodurch die Porzellane einen Metallglanz erhalten, bewirkt, daß ſie etwa um ein Drittheil mehr die Wärme in ſich zurückhalten. Aus dieſem Grunde muß Küchengeſchirr an denjenigen Theilen, welche Wärme zu empfangen beſtimmt ſind, geſchwärzt, nicht polirt ſeyn. Die erhitzten Oberflächen von Oefen und Feuerbehältern, welche eine beträchtliche Menge Wärme auszuſtrahlen haben, ſollten nicht aus Metallen, ſondern aus erdigen oder ſteinartigen Materialien erbauet werden.

Eben ſo müſſen Röhren, welche Waſſerdunſt oder erwärmte Luft zum Heizen der Zimmer fortleiten ſollen, an denjenigen Stellen, wo die Ausſtrahlung der Wärme nicht Statt haben ſoll, polirt ſeyn; an denjenigen Stellen hingegen, wo ſie die Wärme mitzutheilen beſtimmt ſind, mit Lampenſchwarz, Graphit, oder überhaupt mit irgend einer Materie überzogen werden, welche die Wärme ſtark ausſtrahlt.

Es iſt eine ſchon längſt bekannte Erfahrung, daß Thee in einer ſilbernen Kanne ſtärker wird, als in einer thönernen; gießt man aber zum zweyten Male Waſſer auf, ſo wird der Thee in der thönernen Kanne ſtärker ſeyn, als in der ſilbernen. Aus dieſem Grunde zieht man thönerne vor. Metallene Gefäße nämlich, beſonders wenn ſie polirt ſind, ſtrahlen weniger Wärmeſtoff aus, halten daher eine größere Menge von demſelben zurück als thönerne, mithin wird das Waſſer im erſtern länger

heiß bleiben, und daher den Thee vollſtändiger auszie- hen; da aber auf ſolche Art weniger ausziehbare Theile im Thee übrig bleiben, ſo werden natürlich die folgenden Aufgüſſe ſchwächer ſeyn müſſen.

Durch das Ausſtrahlen und Aufnehmen der Wärme, welches bey verſchiedenen Körpern bey einerley Tempe- ratur an ihren Oberflächen ſich ſo verſchieden zeiget, er- kläret Herr Wells die Erſcheinungen des Thaues. M. ſ. den Artikel: Thau. Daß überhaupt eine Austauſchung der Wärme Statt finde, geht aus dem Verhalten her- vor, welches zwiſchen einem Theile des Himmels und der Temperatur der darunter liegenden Erdfläche beſteht. Als Wells im Herbſt 1811 ein Thermometer auf be- thauetes Gras legte, und ein zweytes 2 Fuß über dem Boden in der Luft aufhängte, ſo fand er, daß nach einer Stunde das erſtere um 8° tiefer als das letztere ſtand. Anfänglich betrachtete er dieſe Kälte der Oberfläche als eine Wirkung der Ausdünſtung der Feuchtigkeit, allein ſpätere Verſuche und Beobachtungen überzeugten ihn, daß die Kälte nicht die Wirkung, ſondern vielmehr die Urſache des Thaufallens ſey. Unter einem unbewölkten Himmel ſtrahlt die Erde ihre Wärme ohne Erſatz in den Him- melsraum aus; aber eine Wolkenſchicht iſt ein Hohlſpie- gel, welcher das Gleichgewicht durch Gegenausſtrahlung herſtellt.

Nach dieſem Grundſatze gab D. Wollaſton die Ein- richtung eines ſinnreichen Inſtrumentes an, welches Les- lie mit dem Namen eines Aethrioſkops belegte, und welches dazu dient, die Heiterkeit und Kälte des Himmels anzugeben. Es beſteht daſſelbe aus einer polirten Me- tallſchaale, von länglicher ſphäroidiſcher Geſtalt und ähn- lich einem ſilbernen Trinkbecher. In der Axe der Schaale befindet ſich die Kugel eines Differenzialthermometers, und die Röhre deſſelben liegt parallel zum Fuße der becherförmigen Schaale. Die andere Kugel iſt vergoldet, und auswärts und aufwärts gedrehet, ſo daß ſie an der Seite des Gefäßes ruht. Die feſte Form des Bechers

iſt eine Ellipſoide, deren Eccentricität gleich iſt der Hälfte der Queraxe, ſo daß mithin der Focus im dritten Theile der ganzen Höhe der Hölung ſich befindet. Dabey muß der Durchmeſſer der Thermoſkopkugel faſt den dritten Theil von der Mündung des Bechers betragen. Von demſelben dünnen unpolirten Metall iſt auf die Oeffnung des Bechers ein Deckel gepaßt und wird nur abgenommen, wenn eine Beobachtung gemacht werden ſoll. Die an der Röhre des Thermoſkops befeſtigte Skale kann ſich bis auf 60 oder 70 Milleſimalgrade über 0, und etwa bis auf 15° unter 0 erſtrecken.

Wird dies Inſtrument bey heiterer Witterung in die freye Luft gebracht, ſo zeigt es jeder Zeit, ſo wol am Tage als des Nachts, den Eindruck der Kälte an, welche nach Leslie aus den höhern Regionen herab kommt. Dieſe Wirkung iſt indeſſen außerordentlich verſchieden und am größten, während der Himmel rein azurblau gefärbt iſt; ſie nimmt ſehr ab, ſobald die Atmoſphäre mit ſich ausbreitenden Wolken erfüllt wird; und ſie verſchwindet faſt ganz, wenn ſich in der Tiefe Nebel bilden, die ſich niederlaſſen.

(Zuſ. z. S. 738. Th. VI.). Da die Erfahrungen der verſchiedenen hier angeführten Naturforſcher über die von Herſchel angegebenen Verſuche über die Natur des Sonnenlichtes ſo widerſprechend waren, ſo unternahm es der Herr D. Seebeck *), dieſen Gegenſtand einer genauern Unterſuchung zu unterwerfen. Es mußte ſich der Gedanke aufdringen, daß dieſer bisherige Widerſpruch vielleicht in der Verſchiedenheit der angewandten Apparate, oder in dem Verfahren ſelbſt, wobey manche Bedingungen nicht gehörig beachtet oder überſehen worden, ſeinen Grund habe. Beſonders war es aber Herrn Seebeck darum zu thun, über die Wirkung der farbigen

*) Ueber die ungleiche Erregung der Wärme im prismatiſchen Sonnenbilde, in den Abhandl. der Königl. Akad. d. Wiſſenſch. in Berlin aus d. Jahre 1818–1819. Berlin 1820. 4. S. 305 ff.

Beleuchtung in allen Funktionen des Lichtes eine genaue und befriedigende Auskunft zu erhalten. Da ſeine erſten Verſuche mit Hülfe eines gewöhnlichen Queckſilberthermometers keine genauen Reſultate gaben, ſo bediente er ſich nachher eines Luftthermometers, welches ihm in Anſehung des Erfolgs über alle Erwartung genügte. Nur bey Veränderungen in der Atmoſphäre, beſonders wenn ſich Wolken bildeten, oder nur ſchwache Dünſte vor die Sonne traten, gab es keine hinreichende Genauigkeit. Am vollkommenſten geriethen die Verſuche an den Tagen nach einem vorhergegangenen Gewitter, oder wenn nach Regentagen heitere Witterung erfolgte. Das Thermometer beſtand aus einer einfachen 15 Zoll langen Röhre mit einer ſehr dünnen Kugel, deren Durchmeſſer $\frac{1}{2}$ Pariſ. Zoll betrug. Die Kugel war mit chineſiſcher Tuſche gleichförmig überzogen, und an der Röhre war eine in Pariſer Zolle und Linien abgetheilte, auf dünne Pappe getragene, Skale befeſtigt. Dieſe war von der Kugel 1 Zoll entfernt und hatte hier ihren Nullpunkt. Die Kugel und 1 Zoll der Röhre ſtanden demnach ganz frey. In der Röhre befand ſich ein Tropfen einer gefärbten Flüſſigkeit, welcher, nachdem die ganze Röhre in ihrer Länge vorher gehörig war befeuchtet worden, ungefähr 1 Zoll und etwas drüber einnahm. Dies ſo eingerichtete Luftthermometer wurde auf ein Geſtell, welches erhöhet und erniedriget werden konnte, befeſtigt, und bald horizontal, bald vertikal ſtehend, in die einzelnen prismatiſchen Farben gebracht, und ſo lange in jeder derſelben erhalten, bis die Flüſſigkeit einen feſten Stand angenommen hatte. Nur auf die Kugel fiel das Licht, das unterſucht werden ſollte. Ein verſchiebbarer Schirm, der 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fuß vom Thermometer entfernt war, hielt die übrigen prismatiſchen Farben ab. Das Zimmer, in welchem die Verſuche angeſtellt wurden, lag gegen Mittag, und konnte völlig verfinſtert werden.

Das Prisma wurde zuweilen im Fenſterladen befeſtiget, und dann fiel weiter kein Licht ins Zimmer, als durch

daſſelbe. In den meiſten Fällen aber fiel das Sonnenlicht durch eine ungefähr 49 Quadratzoll große Oeffnung im Laden auf das Prisma, welches auf einem beweglichen Geſtell auf der Fenſterbrüſtung ſtand. Der brechende Winkel des Prisma war immer nach unten gerichtet, die ganzen Seitenflächen deſſelben freygelaſſen, und nur die obere, dritte Fläche mit einem ſchwarzen Papier bedeckt, um wo möglich ſcharf begrenzte Farbenbilder zu erhalten. Das Thermometer wurde theils durchs Umdrehen des Prisma, theils durchs höhere und tiefere Stellen der Thermometerkugel in das verlangte farbige Bild gebracht. Die Glasprismen ſelbſt, deren Wirkung unterſucht wurde, waren von verſchiedener Beſchaffenheit und Größe, von $\frac{3}{4}$ Zoll bis $1\frac{1}{4}$ Zoll Breite der Flächen. Auch in den brechenden Winkeln wichen ſie von einander ab, doch nicht beträchtlich; dieſer näherte ſich bey den mehreſten dem Winkel von 63 Graden.

Bey ſeinen vielfältigen vorläufigen Verſuchen mit Prismen von verſchiedenen Materien ergab ſich, daß die Reſultate durch brechende Mittel von verſchiedener Natur und Beſchaffenheit und nicht weniger durch äußere Einflüſſe mannigfaltig abgeändert werden. Die Hauptreſultate dieſer ſeiner Verſuche waren folgende:

1. In allen prismatiſchen Farbenbildern findet Wärmeerregung Statt, und welche jederzeit am ſchwächſten iſt an der äußerſten Grenze des Violett, die Prismen mögen auch von einer Beſchaffenheit und von einer Materie ſeyn, von welcher man will.

2. Von dieſer Grenze des Violett an nimmt die Wärmeerregung, ſo wie man durch Blau und Grün nach der gelben und rothen Seite fortſchreitet, zu, und erreicht

3. bey einigen Prismen, wie z. B. bey einem Prisma, das mit Waſſer gefüllt war, ihr Maximum in Gelb, ſo wie auch nach Erfahrungen Anderer bey mit Weingeiſt und Terpentinöl gefüllten Prismen.

4. Einige andere Flüſſigkeiten, namentlich eine ganz klare Auflöſung von Salmiak und Queckſilberſublimat, desgleichen concentrirte farbenloſe Schwefelſäure, hatten das Maximum der Wärme in der Mitte zwiſchen Gelb und Roth, im Orange.

5. Prismen aus Crownglas und gewöhnlichem weißen Glaſe haben das Maximum der Wärme im vollen Roth, wie eine Menge von Verſuchen angab.

6. Bey einigen Glasprismen fällt das Maximum der Wärme in die Grenze des Roths, und dieſe ſcheinen ſchon bleyhaltig zu ſeyn.

7. Prismen von Flintglas haben das Maximum der Wärme jenſeits des Roths, wenn die Kugel des Thermoſkops auſſerhalb des wohlbegrenzten Farbenbildes ſteht.

8. Die Wärme nimmt jenſeits des Roths ſtetig ab, und bey allen Prismen ohne Ausnahme findet noch einige Zoll unter der Grenze des Roths Wärmeerregung Statt.

In den beyden erſten Sätzen ſtimmen alle Beobachter mit einander überein; nicht ſo in den folgenden. Selbſt Mehre haben es unterlaſſen, die Glasprismen, mit welchen ſie ihre Verſuche angeſtellt haben, näher zu beſchreiben, indem ſie wahrſcheinlich in der Vermuthung ſtanden, daß die Wirkung aller unter ſich gleich ſey. Herſchel führet bloß an, daß er auch mit Prismen von einem weißen Glaſe, von Crown- und Flintglas und Waſſer Verſuche angeſtellt, und bey allen unſichtbare Wärmeſtrahlen jenſeits der ſichtbaren rothen Strahlen des Farbenbildes gefunden habe. Nur erhellet aus ſeinen Verſuchen nicht, wo das Maximum der Wärme bey dieſen Prismen hingefallen ſey.

Auch Engelfield, welcher Herſchel's Erfahrung beſtätigte, hat nicht angegeben, ob ſein Prisma von Flintglas oder einer andern Glasſorte geweſen ſey.

Nach der Zeit haben ſich noch mehre Phyſiker mit Verſuchen dieſer Art beſchäftiget. Herr **Wünſch** [α]), welcher den Anſichten **Herſchel's** ebenfalls entgegen war, behauptet in der Zuſammenſtellung der Reſultate aller ſeiner Verſuche, daß ſeine Prismen insgeſammt, ganz nahe am rothen Saum, jedoch auſſerhalb deſſelben, allemal die ſchwächſte Erwärmung gegeben hätten, eine ſtärkere im Roth, und eine noch ſtärkere im Gelb. Allein nach Herrn **Seebeck's** Urtheile beſtätigen dies ſeine angeführten Verſuche keinesweges; bloß bey Waſſer- Weingeiſt- und Terpentinöl-Prismen war die größte Wärme im Gelb; die Glasprismen hingegen, mit welchen **Wünſch** Verſuche anſtellte, verhielten ſich ganz anders. Ein ſchwach grünlich gefärbtes gab die größte Wärme im vollen Roth; ein anderes gelblichtes Prisma erregte die größte Wärme im Schein an der Grenze des rothen Lichtes. Prismen von Flintglas hat **Wünſch** nicht angewendet. Einigemal hatte jedoch Herr **Wünſch** bemerket, daß ſein gelbliches Prisma eine eben ſo große Wärme im Orange erregte, als an der Grenze des Roths, und daß alsdann die Wärme in dem zwiſchen dieſen beyden Punkten liegenden Roth geringer war. Dies fand aber nur alsdann Statt, wenn er ſich einer 50zölligen Linſe zur Concentration des farbigen Lichtes bediente, nicht aber, wenn er das prismatiſche Orange unmittelbar auf das Thermometer fallen ließ. Hier ſcheint es alſo noch unentſchieden zu ſeyn, ob die Abweichung durch die Linſe hervorgebracht wurde, oder von anderen Umſtänden abhange.

Herr **Berard** [β]), welcher ſich mit dieſem Gegenſtande ebenfalls beſchäftigte, hielt es für nothwendig, den Verſuchen eine längere Dauer zu geben, um ſie ſicherer, und

---

α) Magazin der Geſellſchaft naturforſchender Freunde zu Berlin. I. Jahrg. 3. Heft. S. 203 ff.

β) Biot's Lehrbuch der Experimentalphyſik. B. IV. Leipzig 1825. 8. S. 238 ff.

ihre Erfolge bemerkbarer zu machen; er wandte daher einen, von einem Helioſtat zurückgeworfenen, Sonnenſtrahl an, und erhielt durch Brechung deſſelben mittelſt eines Prisma ein ſehr zerſtreuetes und vollkommen unverruckbares Farbenbild. Um die, das Wärmevermögen betreffenden, Eigenſchaften zu beſtimmen, brachte er ſehr empfindliche Thermometer in die farbigen Räume. Durch ſeine Verſuche fand Berard Herſchel's Angabe in Hinſicht der Zunahme des Wärmevermögens vom Violet bis zum Roth beſtätiget; allein das Maximum der Wärme zeigte ſich ihm am Ende des Farbenbildes ſelbſt, nicht auſſerhalb deſſelben. Er giebt als ſeine Stelle den Punkt an, wo die Kugel des Thermometers noch ganz von den äußerſten rothen Strahlen bedeckt war; mit dem Eintritte der Thermometerkugel in die Dunkelheit ſahe er die Temperatur immer mehr abnehmen; wenn er endlich das Thermometer ganz auſſerhalb des ſichtbaren Farbenbildes brachte, wohin Herſchel das Maximum der Wärme verlegt, ſo betrug die Erhöhung der Temperatur über die der äußern Luft nur noch das Fünftheil von der in den äußerſten rothen Strahlen Statt gefundenen. Die abſolute Intenſität der erzeugten Wärme zeigte ſich ebenfalls ſchwächer in den Verſuchen von Berard als in den Herſchel'ſchen. Berard giebt ebenfalls nicht an, von welcher Glasſorte ſein Prisma geweſen iſt; daher bemerket auch ſchon Biot, daß dieſe Verſchiedenheiten vielleicht von Unterſchieden im Stoffe aus welchem die Prismen beſtehen, oder von Verſchiedenheiten in Apparaten oder von einem andern phyſiſchen, bey der Erſcheinung weſentlich ins Spiel kommenden Umſtande herrühren könne. Daß dieß wirklich der Fall ſey, hat Herr Seebeck durch ſeine angeführten Verſuche erwieſen.

Berard ging aber in ſeinen Unterſuchungen noch weiter, er ſuchte auch zu erforſchen, ob die von ihm gefundenen Eigenſchaften der Wärme in jedem der Bündel, in die ſich das Licht beym Hindurchgehen durch einen, mit doppelter Brechung begabten Körper ſpaltet, noch beſon-

ders Statt haben würden. In dieſer Abſicht ließ er den Sonnenſtrahl durch ein Prisma aus Isländiſchen Spath hindurchgehen. Vermöge der Spaltung des Strahls entſtanden zwey Farbenbilder, welche die nämlichen Eigenſchaften darboten; in beyden nahm das Wärmevermögen vom Violet bis zum Roth ab, und erhielt ſich noch über die letzten rothen Strahlen hinaus. Mithin wenn der Strahl ſich beym Hindurchgehen durch den Kryſtall theilt, theilt ſich auch das Wärmevermögen zwiſchen den beyden Lichtbündeln.

Bey dieſem Vorgange werden die Lichttheile durch den Kryſtall polariſirt; ob etwas Aehnliches mit den dunkeln Wärmeſtrahlen dabey vorgehe, fing **Berard** den Sonnenſtrahl auf einen polirten und durchſichtigen Glaſe unter einem Einfallswinkel von 35° 25′ auf, damit der zurückgeworfene Antheil die vollkommene Polariſation erhalte. Der zurückgeworfene Strahl ward darauf auf einem andern Spiegelglaſe aufgefangen, das mit ihm den nämlichen Winkel von 35° 25′ bildete, und ſo eingerichtet war, daß es ſich unter Fortbeſtehen dieſes Einfallswinkels kegelförmig drehen konnte. Bekanntlich findet man beym Herumdrehen des zweyten Glaſes zwey Lagen, wo es kein Licht mehr zurückwirft. **Berard** brachte nun einen concaven Metallſpiegel ſo an, daß er die, von dieſem Glaſe zurückgeworfenen Strahlen ſammlen und concentrirt auf ein, in ſeinen Brennpunkt geſtelltes, Thermometer werfen mußte. Um aber die verſchiedenen Perioden der Erſcheinung leicht verfolgen zu können, brachte er das Thermometer mit dem Spiegel, und den Spiegel mit dem Glaſe in feſte Verbindung; ſo daß beym Herumdrehen des letztern die beyden andern Stücke ſich ſogleich mit dreheten, dieſelbe relative Lage zu ihm ſtets beybehaltend. Nach ſo getroffener Einrichtung brachte **Berard** ſucceſſiv das zweyte Glas in alle mögliche Azimuths um den Strahl, und fand, daß es in den Lagen, wo es kein Licht zurückwarf, eben ſo wenig Wärmeſtoff zurückſandte; denn das im Brennpunkte befindliche Ther-

mometer ſtieg nicht; wol aber ſtieg es, und zwar ſehr merklich, wenn das Glas in die Azimuths gedrehet war, wo eine Zurückwerfung des Lichtes von ſeiner Oberfläche Statt finden konnte. Bey dieſem Verſuche alſo, ſo wie bey dem vorigen, wo das Licht durch den Isländiſchen Kryſtall gelaſſen wurde, begleitet die dunkele Wärme die Lichttheile, und fügt ſich denſelben Wirkungen. Als Berard warme und dunkle Körper die Stelle des Farbenbildes vertreten ließ, fand er, daß die Wirkungen auf das Thermometer noch nach den nämlichen Geſetzen erfolgten. Nun ließ er von dem erſten Glaſe des Malus'ſchen Apparats einen Wärmeſtrahl eines ſehr heißen, kaum glühenden oder auch ganz dunkeln Körpers zurückwerfen. Er wurde gleich dem Lichte polariſirt; denn das zweyte Glas warf Wärme in allen Lagen zurück, wo Zurückwerfung des Lichtes möglich geweſen wäre, keine aber in Lagen, wo auch keine Zurückwerfung des Lichtes Statt gehabt hätte. Hieraus ſchien zu folgen, daß die Wärme eben ſo, wie das Licht unter dieſen oder jenen Umſtänden, auf gleiche Art modificirt werde.

Nach Berard hat auch Herr Ruhland *) Verſuche über die Erwärmung im prismatiſchen Farbenbilde angeſtellt, und führet an, daß er den Ort des Maximums der Wärme veränderlich gefunden habe; bey einigen von ihm aber nicht genau beſchriebenen Glasprismen und bey einem Prisma aus Borax habe er das Maximum über das Roth hinausfallend, bey andern im Roth, und bey mehren flüſſigen Körpern im Gelb gefunden.

Herr Seebeck bemerket, daß die größten Widerſprüche, welche aus den Beobachtungen und Behauptungen über dieſen Gegenſtand von den bisherigen Phyſikern ſeyn gefolgert worden, nur ſcheinbar und gerade vom geringſten Gewicht ſind, daß hingegen mehre Erfahrungen, welche einzeln betrachtet widerſprechend zu ſeyn ſchie-

*) Ueber die polariſche Wirkung des gefärbten heterogenen Lichtes. Berlin 1718. S. 50 f.

nen, mit andern verglichen, zur Beſtätigung neuer oder doch nicht gehörig beachteter Thatſachen dienten. Um nun alle dieſe anſcheinenden Widerſprüche gänzlich zu heben, und überhaupt dieſen Gegenſtand aufs genaueſte zu beleuchten, ſuchte er noch eine Reihe neuerer Verſuche anzuſtellen, um alle mögliche dabey zu gedenkende Fälle zu umfaſſen. Zu dem Ende hatte er ſich ein Prisma von weißem gewöhnlichen Glaſe auf zwey Seiten matt ſchleifen laſſen. Eine dieſer Flächen war in dem Grade durchſcheinend, daß, wenn das Sonnenlicht durch dieſe und die dritte Seite, welche ihre Politur behalten hatte, fiel, ein ziemlich lebhaftes prismatiſches Farbenbild entſtand.

Von einer ſehr großen Anzahl von Verſuchen, welche mit dieſem Prisma angeſtellet wurden, ergab ſich beſtändig ein und daſſelbe Reſultat; immer war die Wärme unter Roth größer, als im Roth, und zwar um 3, 5, 8 und 10 Linien, je nachdem der Abſtand größer oder kleiner, oder die Luft mehr oder weniger frey von Dünſten war.

Mit demſelben Prisma, deſſen matte Fläche polirt worden war, ſo daß nun die Brechung durch zwey polirte Flächen geſchah, ſtellte Seebeck noch eine andere Reihe von Vorſuchen an, deren Reſultate ebenfalls einander gleich waren; jederzeit fiel bey Anwendung des polirten Prisma das Maximum der Wärme eben ſo entſchieden ins volle Roth, als es bey dem matt geſchliffenen außer demſelben liegend gefunden war.

Hier entſtand nun zuerſt die Frage, ob die Grenzen des prismatiſchen Roths in beyden Fällen ſowol bey dem matt geſchliffenen, als bey dem polirten Prisma, dieſelben waren? Seebeck hatte mehrmals bemerkt, daß, wenn eine Wolke vor die Sonne trat, ſo daß noch ein Farbenbild zu bemerken war, dies immer ſchmäler erſchien, als das des hellen Sonnenlichtes. Um ſich zu überzeugen, ob dies bey dem mattgeſchliffenen Glaſe auch der Fall ſey, benetzte er die matte Fläche mit Weingeiſt,

und dadurch erhielt er ein viel lebhafteres Farbenbild; aber die Grenze des Roths fiel nun zugleich, in einem Abſtande von 6 Fuß aufgefangen, um 2 Pariſ. Linien tiefer, als vorher. Daſſelbe muß nothwendig auch beym polirten Prisma Statt gefunden haben; vielleicht ſey hier die Grenze des rothen Bildes noch tiefer herabgedruckt worden, und es könnte dann deſſen Mitte genau auf denſelben Punkt gefallen ſeyn, wo beym mattgeſchliffenen Prisma das Maximum der Wärme, aber nur noch ein ſchwach röthlicher Schein wahrgenommen worden, den man gewöhnlich bey der Beſtimmung der Farbengrenze des Farbenbildes nicht mitzuzählen pflege.

Aus dieſen Verſuchen glaube er ſchließen zu müſſen, daß die tiefſte rothe Farbe des Farbenbildes durch die matte Fläche in dem Grade geſchwächt worden, daß ſie nun keine deutliche Grenze mehr bildete, wodurch dann das prismatiſche Sonnenbild kürzer erſcheinen mußte, als beym polirten Prisma.

Bey genauer Vergleichung aller Verſuche, welche mit dem Flintglaſe und auch die mit dem Crownglaſe angeſtellet wurden, ergab ſich folgendes Hauptreſultat:

Daß die Grenzen des prismatiſchen Sonnenbildes nicht blos, wie gewöhnlich angenommen worden, auf die Grenzen der lebhafteren Farben, wo dieſe mit etwas ſchwächer gefärbten Franzen enden, beſchränkt ſeyen, ſondern daß das Sonnenlicht ſich weiter, und mindeſtens bis dahin erſtrecken müſſe, wo die größte Wirkung Statt findet, wenn gleich dort mit bloßen Augen keine, oder doch nur eine höchſt ſchwache Farbe angenommen werden ſollte.

Es wird alſo Sonnenlicht noch jenſeits der bisherigen Grenzen des Farbenbildes gefunden, und erſtreckt ſich noch bis in beträchtlicher Entfernung jenſeits derſelben, nimmt allmählig ab, und in demſelben Verhältniß ſehen wir auch die Wirkung auf die Körper abnehmen, dieſe beſtehe nun in der Erwärmung, wie jenſeits des Roths, oder in der

chemiſchen Wirkung, wie jenſeits des Violets. Dies Licht wird alſo auch als das hier Wirkende anzuſehen ſeyn; denn wo dies fehlt, da hört auch alle Wirkung auf.

Uebrigens bemerket Seebeck noch, daß alle Prismen, ſelbſt die allerbeſten, einen Lichtſchein ober- und unterhalb des Farbenbildes haben. Der Schein unter dem Roth iſt blaßröthlich, und der über dem Violet ſehr blaß violet. Dieſe ſchwachen Farben, welche durch Linſen concentrirt erſt recht deutlich werden, nehmen mit der Entfernung von dem Hauptfarbenbilde ab, und verlieren ſich ins Farbloſe, und im gleichen Maaße nimmt das Licht ab. Herſchel habe auf dieſes Licht und dieſen Schein, obwol er in demſelben eine ſo beträchtliche Wirkung gefunden, keine Rückſicht genommen. Ja ſelbſt da, wo ſein Prisma die größte Wärme erregt, und mittelſt einer Concentrirlinſe die rothe Farbe dieſes Scheins bemerkt habe, habe er für wahrſcheinlicher gehalten, daß die unſichtbaren Strahlen durch Concentration ſichtbar gemacht werden könnten, als daß das hier vorhandene Licht wol die Urſache der Erwärmung ſeyn möchte.

Was endlich die Verſuche betrifft, welche Herſchel mit farbigen Gläſern zur Beſtätigung ſeiner Theorie, daß aus der Sonne eigene Wärmeſtrahlen ausfließen, angeſtellet hat, ſo bemerket Seebeck, daß dieſe wenig über den Hauptpunkt des Streites zu entſcheiden ſcheinen. Wenn man mit farbloſem Lichte operire, ſo ſähen wir die Wirkungen auf die Körper in dem Verhältniſſe ab- und zunehmen, wie die Intenſität des Lichtes ab- und zunehme. Aber alles ſey anders, wenn das Licht zu einer beſtimmten Farbe gelangt ſey, da entſcheide die Intenſität des Lichtes nicht mehr allein. Gläſer und farbige Flüſſigkeiten, welche eine gleiche Menge Licht hindurchließen, welche auch von gleicher Intenſität der Farbe ſeyen, könnten ganz entgegengeſetzt wirken, wenn farbige Lichter mit einander verglichen würden, die den entgegengeſetzten Farbenhälften angehörten. Bey farbigen durch-

ſichtigen Körpern werde das Geſetz, daß die Wirkung des Lichtes in geradem Verhältniß mit der Intenſität desſelben ab- und zunehme, nur ſo lange gelten, als die Farben von gleicher Art ſeyen, und nicht beträchtlich von einander abwichen.

Aus allen dieſen laſſe ſich nun auch leicht einſehen, daß das Maximum irgend einer Wirkung nur bey einem beſtimmten Grade der Färbung und dieſer zugleich angemeſſenen Intenſität des Lichtes eintreten könne; daß mithin Intenſität des Lichtes und der Farbe mit einander in einem beſtimmten, und der beabſichtigten Wirkung entſprechenden Verhältniß ſtehen mußten, wenn der höchſte Grad der Wirkung erreicht werden ſolle.

Nähme man hierauf Rückſicht, ſo löſeten ſich mehre ſcheinbare Widerſprüche, und es werde nicht befremden, wenn man Farben derſelben Hälfte in der Wirkung noch bis auf einen gewiſſen Grad von einander abweichend, dagegen Farben von den entgegengeſetzteſten Seiten bisweilen gleichwirkend finde.

(Zuſ. z. S. 362. Th. V.). Ueber die Leitungsfähigkeit der Metalle hat Ure *) wiederholte Verſuche angeſtellt, und gefunden, daß das Silber die Wärme am beſten leitet, nach demſelben das Kupfer, dann das Meſſing, das Eiſen, das Zinn, welche ſich in dieſem Punkte ziemlich gleich ſind; dann kommt das Gußeiſen, der Zink und ganz zuletzt das Bley. Steine von beträchtlichem ſpecifiſchen Gewichte folgen in Anſehung der Leitungsfähigkeit der Wärme nach den Metallen, dann Ziegelſteine, Töpferwaare, und endlich, nach einem großen Zwiſchenraume, das Glas. Ein Glasſtäbchen kann man eine ziemlich lange Zeit einen Zoll weit von der Stelle, wo es mit einem Löthrohre geglüht und geſchmolzen wird, zwiſchen den Fingern halten. Daß Steine, Töpferwaare, Glas und Gußeiſen in eine plötzliche Wärme gebracht, leicht zerſpringen, rührt von der geringen Leitungsfähigkeit die-

*) Handwörterbuch der praktiſchen Chemie. Art. Wärme. S. 933.

ſer Subſtanzen her. Der Theil, auf welchen die Wärme wirkt, dehnt ſich nämlich aus, während die anliegenden Theile ihre vorige Geſtalt und ihr Volumen behalten, und ſich der Veränderung nicht anpaſſen, woraus nothwendig ein Riß entſtehen muß. Holz und Knochen ſind beſſere Leiter als Glas; Kohlen und Sägeſpähne aber haben ſehr geringe Leitungsfähigkeit; daher iſt erſtere ſehr geſchickt, um in Metallöfen die Wärme ſehr zuſammenzuhalten. Es müſſen zu dieſem Ende nämlich die Wände ſolcher Oefen doppelt ſeyn, ſo daß der Zwiſchenraum mit Kohlenpulver ausgefüllt werden kann. In einem ſolchen Ofen kann dann eine ſehr intenſive Hitze Statt finden, ohne daß die äußere Wand beſonders davon afficirt wird.

Ueber das Wärmeleitungsvermögen einer ſehr großen Menge von Körpern hat in den neuern Zeiten Boeckmann [α]) Verſuche angeſtellt, deren Reſultate von den bekannten in manchen Fällen außerordentlich abweichen, und es ſcheint daher, daß dieſer wichtige Gegenſtand über die Wärmeleitung, um auf beſtimmte und gewiſſe Geſetze zu gelangen, einer weitern und genauern Unterſuchung bedürfe.

Nach Parrot [β]) leitet ein Körper oder ein Apparat von Körpern, unter übrigens gleichen Umſtänden, die freye Wärme um ſo leichter, je homogener die Theile deſſelben ſind, um ſo ſchwerer, je heterogener ſie ſind.

Um das Geſetz der Fortleitung der Wärme in feſten Körpern aufzufinden, kann man, z. B. eine Metallſtange mit einem ihrer Enden in ein Mittel, das wärmer als die ſie umgebende Luft iſt, eintauchen, z. B. in Schmiedefeuer, oder in ein ſchmelzendes Metall, oder in kochendes Waſſer. Auf dieſe Art wird ſich, wie bekannt, die Wärme nicht augenblicklich nach dem andern Ende des feſten Körpers fortpflanzen, ſie wird erſt nach einer längern oder kürzern Zeit daſelbſt bemerklich werden, indem

---

α) Ueber die Wärmeleitung verſchiedener Körper. Carlsruhe 1812. 8.
β) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XVII. S. 395.

ihre Dauer von dem Stoffe und von der Ausdehnung abhängt. Um dies näher zu erwägen, ſey (fig. 32.) eine prismatiſche oder cylindriſche Stange A B von unbeſtimmter Länge, welche hinreichend dünn iſt, damit alle Punkte irgend eines beliebigen ihrer Querſchnitte in jedem Augenblicke als im Beſitze einer gemeinſchaftlichen Temperatur angeſehen werden können; das eine Ende A ſey in Berührung mit einer beſtändigen Wärmequelle, welche unmittelbar nur auf dies Ende wirken kann, während der übrige Theil der Stange durch polirte Schirme gegen ihre Strahlung geſichert iſt. Bey ſo getroffener Anordnung wird die Wärme anfangen, ſich allmählig von A nach B durch den Stoff der Stange hindurch fortzupflanzen; und wenn man an verſchiedenen Stellen ihrer Länge Thermometer anbringt, deren Kugeln in Löcher eingeſenkt werden, welche in das Metall ſelbſt gebohret, und mit etwas Queckſilber zur Vermittelung einer innigern Berührung angefüllt ſind, ſo wird man dieſe Thermometer nach und nach ſteigen ſehen, und zwar jedes derſelben um ſo eher, je näher es ſich der Wärmequelle befindet. Fände nun gar keine Zerſtreuung der Wärme Statt, ſo würde jedes Thermometer ſo lange ſteigen, bis es die Temperatur der Quelle ſelbſt erreicht hätte. Allein bey wirklichen Verſuchen wird das Reſultat durch Ausſtrahlung und Luftſtröme modificirt, weshalb die Thermometer langſamer ſteigen, und nie die dem Ende A mitgetheilte Temperatur erhalten. Ihr Zuſtand wird ſogar ſtetig, wenn der Ueberſchuß der Temperatur, welche jeden Augenblick durch die vorhergehende Abtheilung der Stange mitgetheilet wird, nur das erſetzt, was ſie durch Berührung der nachfolgenden Abtheilung der Stange und der andern Zerſtreuungsurſachen der Wärme verlieren. Die von der Wärmequelle an in verſchiedenen Stellen angebrachten Thermometer zeigen ſtetige Temperaturen an, welche in abnehmender Progreſſion ſich befinden. Aus den Reſultaten ſeiner Verſuche hat la Place eine Gleichung gebildet und bewieſen, daß die Schwierigkeiten der

Berechnung ſich nur beſeitigen laſſen, wenn man annimmt, daß ein beſtimmter Punkt nicht allein von den unmittelbar mit ihm in Berührung befindlichen Punkten Einfluß erleidet, ſondern auch von denen, welche in einer kleinen Entfernung vor und hinter ihm liegen. Hiedurch findet ſich die Homogeneität hergeſtellt, und allen Regeln der Differenzialrechnung geſchieht ein Genüge. Soll ſich nun der Einfluß der Wärme im Innern der Stange auf irgend eine Entfernung ausbreiten, ſo muß durch die Subſtanz der feſten Beſtandtheile eine ähnliche Ausſtrahlung Statt finden, wie man ſie bey der Luft beobachtet hat, aber ihre merkbare Wirkung beſchränkt ſich auf weit kleinere Entfernungen. Alles dies iſt völlig naturgemäß. Ja Newton hat in der That gezeigt, daß alle Körper, ſelbſt die undurchſichtigſten, durchſichtig werden, ſobald man ſie hinlänglich dünn macht; und die genaueſten Unterſuchungen über die ſtrahlende Wärme beweiſen, daß ſie nicht blos aus der äußern Fläche der Körper, ſondern auch aus Maſſentheilchen hervorgehe, welche unter der Oberfläche liegen, und ohne Zweifel in ſehr geringer Tiefe unmerkbar wird, welche Erſcheinung wahrſcheinlich in demſelben Körper, je nach ſeiner Temperatur, verſchieden iſt. In dieſer ſchwierigen Unterſuchung haben ſich beſonders die Herren Biot, Fourier und Poiſſon ausgezeichnet. Biot *) entwickelte für den Fall, wo das eine Ende der Stange in einer beſtändigen Temperatur enthalten iſt, und das andere Ende von der Wärmequelle ſo weit entfernt liegt, daß ihr Einfluß daſelbſt unmerkbar iſt, dieſe Formel: es bezeichne y die Temperatur der Luft nach Thermometergraden, von welcher die Stange umgeben iſt, y + Y die Temperatur der Wärmequelle, aus welcher dem einen Ende der Stange die ſtetige Wärme zufließet, ſo fand Biot das Integral: $\log. y = \text{lo. } Y - \frac{x}{M}\sqrt{\frac{b}{a}}$; wo x die Entfernung vom heißen Ende

*) Traité de physique exper. et theor. To. IV. p. 668 sq.

der Stange, und a und b die beyden Coefficienten bedeuten, welche als conſtant für die ganze Länge der Stange angenommen werden und dazu dienen, die Formel jedem möglichen Falle anzupaſſen, und in jedem Falle nach zwey Beobachtungen beſtimmt werden müſſen. M iſt der Model der gewöhnlichen logarithmiſchen Tafeln, oder die Zahl 2,302585. Biot giebt mehre Tabellen ſeiner Beobachtungen, bey welchen er mannichmal 8 mannichmal 14 Thermometer auf einmal an ſucceſſiven Punkten der Stange angewendet hat; und dann berechnet er nach voriger Formel, welche Temperatur dieſe ſucceſſiven Punkte haben müſſen, wenn die Temperatur der Wärmequelle gegeben iſt, und umgekehrt aus den Anzeigen der Thermometer, welche Temperatur die Wärmequelle haben müſſe. Es ergab ſich eine vollkommene Uebereinſtimmung zwiſchen den Reſultaten der Verſuche und der Theorie.

Die Fortpflanzung der Wärme durch die feſten Körper, deren ſämmtliche Dimenſionen in Betracht kommen, richtet ſich ebenfalls nach denſelben Principien. Hier theilet jeder Punkt im Innern des Körpers allen denen Wärme mit, welche ihn in einer kleinen Entfernung umgeben, und empfängt ſeinerſeits Wärme von ihnen. Was er zurückbehält, und wodurch die verhältnißmäßige Zunahme ſeiner eigenen Temperatur in jedem Augenblicke beſtimmt wird, iſt der Ueberſchuß dieſer zweyten Quantität über die erſte. Was aber die Punkte betrifft, welche an der Oberfläche des Körpers befindlich ſind, ſo bleibt ihnen dieſer Ueberſchuß nicht ganz: ſondern wird durch die Strahlung nach Verhältniß des Temperaturüberſchuſſes der Oberfläche über die des umgebenden Mittels geſchwächt, welches nöthig macht, für dieſe Punkte noch eine Bedingung mehr zur allgemeinen Gleichung der Fortpflanzung hinzuzufügen. Dieſe Bedingung hatte Fourier zuerſt für eine Kugel und für einen Cylinder angegeben, nachher aber durch Analogie auf Körper jeder Geſtalt ausgedehnt. Allgemein iſt ſie von Poiſſon folgender Maaßen angewieſen: Er betrachtet den erwärmten

Körper als eine Maſſe von unbeſtimmter Geſtalt und Größe, und gedenkt ſich im Innern deſſelben eine Scheidewand von irgend einer Geſtalt, welche den Körper in zwey getrennte Abtheilungen ſcheidet; hierauf berechnet er die ganze Quantität von Wärme, welche in jedem Augenblicke von einer dieſer Abtheilungen zur andern durch die Scheidewand hinübergeht. Läßt man nun eine der beyden Abtheilungen weg, und entzieht der andern durch die Strahlung die nämlichen Wärmequantitäten, welche ſie der weggelaſſenen mittheilte, ſo iſt klar, daß das Gleichgewicht der Wärme in dem zurückgelaſſenen Theile keine Störung erfahren kann; und ihre Vertheilung ſo wie ihre Bewegung noch die nämliche, als zuvor, bleiben wird. Die von Poiſſon daraus abgeleiteten Gleichungen können aber nur für den Fall zuläſſig ſeyn, wo ſchon Newton das Geſetz vorausſetzte, daß bey der Wärmemittheilung nahe an einander liegender Theile die Wärmequantitäten denen, welche jeder beſitzt, proportional ſind. Außerdem ſetzen ſie auch voraus, daß die phyſiſchen Beſchaffenheiten, von welchen das Leitungsvermögen und die Strahlung abhangen, in der ganzen Ausdehnung der Stange ſich gleich ſind. Allein Biot hatte ſich durch Erfahrung völlig überzeugt, daß eine ſolche Beſtändigkeit ſelbſt in den homogenen Stangen ſich nicht zeige, wenn ihre verſchiedenen Theile ungleiche Temperaturen beſitzen, die, ohne ſehr hoch zu ſeyn, doch mit der vergleichbar ſind, bey welcher ſie ſchmelzen würden. Indeß iſt ungeachtet dieſer unvermeidlichen Einſchränkung die mathematiſche Theorie der Bewegung der Wärme doch noch von großer Wichtigkeit, da ſie auf eine klare und beſtimmte Weiſe die verborgenen Beziehungen der Elemente, von welchen dieſe Fortpflanzung ſo wol im Innern der Körper als nach Außen abhängt, in einem großen Umfange von Temperaturen, in welchen die Reſultate einer Verwirklichung durch Erfahrung fähig ſind, offenbart; da ſie hierin das Mittel giebt, dieſe Elemente mit Genauigkeit, innerhalb der Grenzen, für die ſie gül-

tig iſt, zu beſtimmen; da ſie endlich beſtimmte Andeutungen für den Einfluß giebt, den ihre bekannte Abänderung auf die Erſcheinungen bey höhern Temperaturen haben muß. Von dieſem Geſichtspunkte aus wird daher die Theorie als die einzige ſichere Führerin zu beobachten ſeyn, in welcher die Phyſiker einen Anhalt finden können. Uebrigens findet man hievon die gehörige Belehrung in des **Fourier** Werke von der Wärme, und in einigen Abhandlungen von **Poiſſon**, welche ſich in dem journal de l'école polytechnique befinden.

(Zuſ. z. S. 743. Th. VI.). **John Murray** [α]) ſuchte ebenfalls durch mehre Verſuche des Grafen v. Rumford's Meinung, daß Flüſſigkeiten Nichtleiter des Wärmeſtoffs ſind, zu widerlegen, zu dieſer Abſicht bediente er ſich, ſtatt eines Glasgefäßes eines Gefäßes von Eis, in welches eine Flüſſigkeit von 32° Fahr. Wärme gegoſſen wurde; ein horizontal liegendes Thermometer war in der Seitenwand des Eisgefäßes ſo mit eingefroren, daß die Thermometerkugel ſich in der Axe des cylindriſchen Eisgefäßes befand. Nun wurde in die Flüſſigkeit, welche das Eisgefäß enthielt, ein erhitzter feſter Körper ſo aufgehangen, daß er die Oberfläche derſelben berührte. Nach einer gewiſſen Zeit ſtieg jedesmal das Thermometer, als ein ſicherer Beweis, daß die Flüſſigkeit ein Wärmeleiter ſeyn müſſe; denn die Eiswand des Gefäßes konnte der Flüſſigkeit in ſelbigem keine Wärme zuleiten, und daher nichts zum Steigen des Thermometers beygetragen haben; außerdem wurden auch die Verſuche ſo angeſtellt, daß eine jede Bewegung, welche einen Theil der unmittelbar erwärmten Flüſſigkeit hätte der Thermometerkugel zuführen können, auf das ſorgfältigſte vermieden wurde.

Ferner hat auch **Dalton** [β]) eine Reihe von Verſuchen angeſtellt, aus welchen dieſelben Reſultate hervorgehen. Nicht weniger zeigte **Parrot** [γ]), daß des Grafen

α) Gilbert's Annalen d Phyſik B. XIV. S. 158 ff.
β) Ebendaſelbſt. S. 184 ff.
γ) Ebendaſelbſt. B. XVII. S. 267 ff. S. 369 ff. B. XXII. S. 148 ff.

v. Rumford's Meinung in Anſehung der Nichtleitung der Wärme ungegründet ſey. Indeſſen iſt wol nicht zu leugnen, daß dieſe Mittheilung der Wärme in den Flüſſigkeiten erſtaunend ſchwierig und langſam iſt.

Da die Vertheilung der Wärme durch eine flüſſige Maſſe faſt einzig und allein durch innere Strömungen bewirkt wird, ſo muß auch alles, was dieſe unterbricht, die Veränderung der Temperatur verhindern. Daher werden Flüſſigkeiten, in welche man poröſe Subſtanzen, wie z. B. Federn, Seide, Wolle, Pelzwerk, Haare, Baumwolle, Schleim, Stärkemehl u. d. gl. miſcht, weit langſamer erkalten, als in ihrem reinen und klaren Zuſtande. Uebrigens ſind noch keine Verſuche bekannt, welche auf eine befriedigende Weiſe das Verhältniß der Leitungsfähigkeit der Flüſſigkeiten in Zahlen ausgedruckt hätten.

Was die gasförmigen Körper betrifft, ſo iſt bekannt, daß die Körper in ihnen ungleich langſamer erkalten, als in tropfbaren Flüſſigkeiten. Da aber bey dem Abkühlen heißer Körper in Gasarten mehre Urſachen zuſammenwirken, ſo iſt es ſchwierig, ihre relativen Intenſitäten als Leiter, aus der Zeit, die während des Abkühlens der heißen Körper in denſelben verfließt, zu ſchätzen.

Der Graf v. Rumford ſchließt aus ſeinen Verſuchen, daß ein Thermometer beynahe viermal ſchneller in Waſſer, als in Luft von derſelben Temperatur erkalte. Verdünnung vermindert das leitende Vermögen der Luft, und heiße Körper erkalten in der Torricelliſchen Leere am langſamſten.

Leslie, welcher das leitende Vermögen der Gasarten zu beſtimmen geſucht hat, fand, daß daſſelbe durch Verdünnung vermindert werde. Aus ſeinen Verſuchen ſuchte er zu folgern, daß das leitende Vermögen der Luft nahe mit der Wurzel vom fünften Grade aus ihrer Dichte im Verhältniß ſtehe.

Dalton dagegen ſuchte es wahrſcheinlich zu machen, daß ſich dies Leitungsvermögen nahe wie die Kubikwurzel aus ihrer Dichte verändert.

Dünſte aller Art, und überhaupt alles, was ein Beſtreben äußert, die Luft auszudehnen, vermindert die Leitungsfähigkeit derſelben.

Das Leitungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft, des Sauerſtoffgas und des Stickgas iſt beynahe gleich. Dalton [α]) ſtellte mehre Verſuche über die Zeit an, welche heiße Körper gebrauchten, um in verſchiedenen Gasarten abgekühlt zu werden. Er füllte nämlich eine ſtarke Flaſche mit derjenigen Gasart, die er unterſuchen wollte, brachte durch den durchborten Kork ein ſehr empfindliches Thermometer in dieſelbe, und beobachtete die Zeit, welche verfloß, damit es um 15 bis 20 Grad erkaltete. Folgende Tafel enthält die von ihm gefundenen Reſultate:

Gasarten	Zeit des Abkühlens
In kohlenſauren Gas	in 112 Sekunden
— ſchwefelhaltigen Waſſerſtoffgas	— 100 —
— oxydirten Stickgas	
— ölmachenden Gas	
— atmoſphäriſcher Luft	— 100 —
— Sauerſtoffgas	
— Stickgas	
— Salpetergas	— 90 —
— Gas aus Steinkohlen	— 70 —
— Waſſerſtoffgas	— 40 —

Die Herrn **Dulong** und **Petit** [β]) ſtellten ebenfalls über dieſen Gegenſtand Unterſuchungen an, und fanden in Hinſicht der Geſchwindigkeit des Abkühlens, worunter ſtets die Anzahl von Graden verſtanden wird, um welche die Temperatur eines Körpers während einem beſtändigen unendlich kleinen Zeittheilchen abnimmt, folgende Geſetze:

1. Die Geſchwindigkeit des Abkühlens, welche von der Berührung einer Gasart herrühret, iſt von der Natur der Oberfläche der Körper gänzlich unabhängig.

α) New system of chemical Phylosophy. p. 117. überſetzt von *F. Wolff* B. 1. S. 133.

β) Journal de chimie et de physique par *Gay-Lussac* et *Arago*. To. VII. p. 365.

2. Die Geſchwindigkeit des Abkühlens, welche von der Berührung einer Flüſſigkeit (eines Gaſes) herrühret, verändert ſich in einer geometriſchen Progreſſion, indem der Ueberſchuß der Temperatur ſich ebenfalls in einer geometriſchen Progreſſion ändert. Wenn der Exponent dieſer zweyten Progreſſion die Zahl 2 iſt, ſo iſt der Exponent der erſten die Zahl 2,35; welches auch die Natur der Gasart, oder die Kraft ihrer Elaſticität ſeyn mag. Dieſes Geſetz kann auch folgender Maaßen ausgedruckt werden: die Wärmemenge, welche von einer Gasart entzogen wird, iſt in allen Fällen mit dem Ueberſchuß der Temperatur auf eine Potenz erhoben, deren Exponent die Zahl 1,233 iſt, im Verhältniß.

3. Das erkaltende Vermögen einer Gasart vermindert ſich in einer geometriſchen Progreſſion, wenn die Spannung oder Elaſticität ebenfalls in einer geometriſchen Progreſſion abnimmt. Wenn der Exponent dieſer zweyten Progreſſion die Zahl 2 iſt, ſo iſt der Exponent der erſtern für die atmoſphäriſche Luft die Zahl 1,366; der für das Waſſerſtoffgas die Zahl 1,301; der für das kohlenſaure Gas die Zahl 1,431 und der für das Oelmachende Gas die Zahl 1,415.

Man kann auch dies Geſetz auf folgende Art ausdrucken:

Das kaltmachende Vermögen einer Gasart iſt, alles übrige gleich geſetzt, einer gewiſſen Potenz des Drucks gleich. Der Exponent dieſer Potenz, welcher von der Natur der Gasart abhängt, iſt für atmoſphäriſche Luft 0,45, für Waſſerſtoffgas 0,315; für kohlenſaures Gas 0,517, für ölmachendes Gas 0,501.

4. Das kaltmachende Vermögen einer Gasart ändert ſich mit der Temperatur auf folgende Art: wenn es ſich ausdehnen kann und dabey zugleich die nämliche elaſtiſche Kraft behält, ſo wird ſich das kaltwerdende Vermögen um eben ſo viel vermindert finden, als es durch ſeine Erhitzung vermehret wurde, ſo daß es demnach zuletzt nur von ſeiner Spannung abhängt.

(Zuſ. z. S. 383. Th. V.). Ueber die Ausdehnung der Körper durch die Wärme hat man in den neuern Zeiten ebenfalls mehre Unterſuchungen angeſtellet. Von der Ausdehnung feſter Körper ſind ſchon früher von mehren Phyſikern genaue Reſultate angegeben, und von den neuern erweitert worden. Die Herrn Dulong und Petit [α]) haben beſonders über die Ausdehnungen des Glaſes, Queckſilbers, Kupfers, Eiſens und Platins ſehr genaue Verſuche angeſtellt. Auch Herr Ure [β]) machte mit einem mikrometriſchen Apparate von eigenthümlicher Einrichtung viele Verſuche, die Ausdehnung der feſten Körper zu meſſen. Hiebey ſetzte ihn beſonders der Zink in eine Verlegenheit; denn nach unzähligen Verſuchen fand er, daß die Stäbchen dieſes Metalls ſich beſtändig verlängerten, wenn ſie abwechſelnd erhitzt und erkaltet wurden. Nach Ure's Meinung ſcheint es, daß die kleinen Blättchen, aus welchen dies Metall zuſammengeſetzt iſt, durch die Ausdehnungskraft der Wärme übereinandergeſchoben werden, und dabey eine ſolche Adhäſivreibung beſitzen, daß ihre gänzliche Retraction verhindert wird.

Folgende ganz neu zuſammengeſtellte Tabelle giebt die Ausdehnungen der feſten Körper nach den beſten Verſuchen an:

Ausdehnung der feſten Körper in die Länge durch Wärme

Dimenſionen, welche ein Stab bey 212° Fahr. erhält, deſſen Länge bey 32° gleich iſt, 1,000000				Ausdehnung in gew. Brüchen
Glasröhre	Smeaton		1,00083333	
Desgl.	Roy		1,00077615	
Desgl.	Deluc's Mittelzahl		1,00082800	
Desgl.	Dulong und Petit		1,00086130	$\frac{1}{1116}$
Desgl.	Lavoiſier und Laplace		1,00081166	$\frac{1}{1148}$
Tafelglas	Derſelbe	Derſ.	1,00089089	$\frac{1}{1122}$
Desgl. Krownglas	Derſ.	Derſ.	1,00087572	$\frac{1}{1142}$
Desgl. Desgl.	Derſ.	Derſ.	1,00089760	$\frac{1}{1114}$
Desgl. Desgl.	Derſ.	Derſ.	1,00091751	$\frac{1}{1020}$
Glasſtäbchen	Roy		1,00080787	

α) Annales de chimie et de physique To. VII. p. 141.
β) Handwörterbuch der praktiſchen Chemie. S. 942.

Dimenſionen, welche ein Stab bey 212° Fahr. erhält, deſſen Länge bey 32° gleich iſt, 1,000000			Ausdehnung in gew. Brüchen
Tannenholz	Roy wie Glas	. . .	
Platina	Borda	1,00085655	
Desgl.	Dulong und Petit	1,00088420	1/1181
Desgl.	Troughton	1,00099180	
Desgl. u. Glas	Berthoud	1,00110000	
Palladium	Wollaſton	1,00100000	
Antimonium	Smeaton	1,00108300	
Prisma von Gußeiſen	Roy	1,00110940	
Gußeiſen	Lavoiſier durch D. Young	1,00111111	
Stahl	Troughton	1,00118990	
Stahlſtäbchen	Roy	1,00114470	
Blaſenſtahl	Philos. Trans. 1795. 428	1,00112500	
Desgl.	Smeaton	1,00115000	
Nicht gehärteter Stahl	Lavoiſier u. Laplace	1,00107875	1/927
Desgl.	Derſ. Derſ.	1,00107956	1/926
Gelb gehärteter Stahl	Lavoiſier u. Laplace	1,00136900	
Desgl.	Derſ. Derſ.	1,00138600	
Desgl. in einer höhern Hitze	Derſ. Derſ.	1,00123956	1/807
Stahl	Troughton	1,00118980	
Harter Stahl	Smeaton	1,00122500	
Brennſtahl	Muſchenbroeck	1,00122000	
Gehärteter Stahl	Derſ.	1,00137000	
Eiſen	Borda	1,00115600	
Desgl.	Smeaton	1,00125800	
Geſchmiedetes Weicheiſen	Lavoiſier u. Laplace	1,00122045	
Starker Eiſendraht	Derſ. Derſ.	1,00123504	
Eiſendraht	Troughton	1,00144010	
Eiſen	Dulong u. Petit	1,00118203	1/846
Wismuth	Smeaton	1,00139200	
Brenngold	Muſchenbroeck	1,00146000	
Gold	Ellicot, durch Vergleichung	1,00150000	
Desgl. durch die Quart erlangt	Lavoiſier u. Laplace	1,00146606	1/642
Desgl. Pariſer ungebranntes	Derſ. Derſ.	1,00155155	1/646
Desgl. desgl. gebranntes	Derſ. Derſ.	1,00151361	1/661
Kupfer	Muſchenbroeck	1,00191000	
Desgl.	Lavoiſier u. Laplace	1,00172244	1/681
Desgl.	Derſ. Derſ.	1,00171222	1/684
Desgl.	Troughton	1,00191880	
Desgl.	Dulong u. Petit	1,00171821	1/682
Meſſing	Borda	1,00178300	
Desgl.	Lavoiſier u. Laplace	1,00186671	
Desgl.	Derſ. Derſ.	1,00188971	
Plattmeſſing, angebl. von Hamburg	Roy	1,00185540	

Dimenſionen, welche ein Stab von 212° Fahr. erhält, deſſen Länge bey 32° Fahr. gleich iſt, 1,000000			Ausdehnung in gew. Brüchen
Gußmeſſing	Smeaton	1,00187500	
Engliſches Tafelmeſſing in Stangen	Roy	1,00189280	
Desgl. desgl. in Troggeſtalt	Derſ.	1,00189490	
Meſſing	Troughton	1,00191880	
Meſſingdraht	Smeaton	1,00193000	
Meſſing	Muſchenbrock	1,00216000	
Kupfer 8, Zinn 1	Smeaton	1,00181700	
Silber	Herbert	1,00189000	
Desgl.	Ellicot, durch Vergleichung	1,00210000	
Desgl.	Muſchenbrock	1,00212000	
Desgl. kugellirtes	Lavoiſier u. Laplace	1,00190974	$\frac{1}{524}$
Desgl. Pariſer	Derſ. Derſ.	1,00190868	
Silber	Troughton	1,00208260	
Meſſing 16, Zinn 1	Smeaton	1,00190800	
Spiegelmetall	Derſ.	1,00193300	
Zinkloth, Meſſing 2, Zink 1	Derſ.	1,00205800	
Malacca-Zinn	Lavoiſier u. Laplace	1,00193765	$\frac{1}{516}$
Zinn	Muſchenbrock	1,00284000	
Weichloth; Bley 2, Zinn 1	Smeaton	1,00250800	
Zink 8, Zinn 1, ein wenig gehämmert	Derſ.	1,00269200	
Bley	Lavoiſier u. Laplace	1,00284836	$\frac{1}{351}$
Desgl.	Smeaton	1,00286700	
Zink	Derſ.	1,00294200	
Zinn à Fuß um 1/2 Zoll ausgehämmert	Derſ.	1,00301100	
Glas von 32° bis 212°	Dulong u. Petit	1,00086130	$\frac{1}{1161}$
Desgl. von 212° bis 392°	Derſ. Derſ.	1,00091827	$\frac{1}{1089}$
Desgl. von 392° bis 572°	Derſ. Derſ.	1,00101114	$\frac{1}{987}$

Um die Ausdehnung im Volumen zu erhalten, multipliciret man die Decimalzahlen mit 3, oder dividiret den Nenner der gewöhnlichen Brüche durch 3 und der Quotient iſt in jedem Falle die geſuchte Ausdehnung. Uebrigens erhellet noch aus dieſer Tabelle, daß zwiſchen den Temperaturen des thauenden Eiſes und des ſiedenden Waſſers die Ausdehnung des Metalls für dieſelbe Anzahl der Grade ziemlich gleich bleibe. Dieſelbe Verhältnißmäßigkeit zwiſchen den Grenzen dieſer Temperaturen findet auch bey den Ausdehnungen des Queckſilbers und de-

nen der Gasarten Statt, wie dies vom Herrn Gay-Luſſac α) aufs vollkommenſte nachgewieſen iſt.

Um die Ausdehnung gasförmiger Subſtanzen genau und ſcharf zu meſſen, muß man vor allen Dingen eine beſtimmte Menge derſelben in Röhren einſchließen, welche aufs genaueſte in Theile von gleicher Capacität graduirt ſind, und ſich in Kugeln endigen, welche im Verhältniſſe zum Durchmeſſer der Röhre ein bedeutendes Volumen haben. In einer ſolchen Röhre müſſen ſie unter einem bekannten Druck erhalten, und verſchiedenen Temperaturen ausgeſetzt werden, wobey man zugleich beobachtet, um wie viel ſie ſich ausdehnen oder zuſammenziehen. Zur genauen Operation aller dieſer Vorrichtungen ſind aber verſchiedene Vorſichtsmaßregeln erforderlich.

Zur genauen Gradeintheilung der Röhren bediente ſich Gay-Luſſac einer Methode, die Biot β) weitläuftig beſchrieben hat. Um die Capacität der Röhre und der Kugel kennen zu lernen, füllt man ſie nach einander mit Queckſilber an, und beſtimmt nach der Gewichtszunahme, die ſie dabey erhalten, und die man durch die Wage mißt, das Volumen, welches ſie faſſen können; indem man weiß, daß ein Cubikmillimeter Queckſilber (0,087113 Cubiklinien) bey einer Temperatur von 0 Grad 13,59719 Milligrammen (beinahe $\frac{1}{4}$ Gran) wiegt. Ferner iſt erforderlich, die Röhren, ehe ſie mit den gasförmigen Subſtanzen gefüllt werden, vollkommen auszutrocknen: denn legt ſich inwendig an die Glasröhren, welche offen der freyen Luft ausgeſetzet ſind, eine kleine unſichtbare Schicht Feuchtigkeit an, ſo wird ſolche durch die Wärme in Dampfgeſtalt losgeriſſen, vermiſcht ſich mit dem in die Röhre gebrachten Gas, und vergrößert dadurch ſein Volumen. Da nun die Menge der auf dieſe Art ausgehauchten Dünſte mit der Temperatur ſteigen muß, bis die dünne Waſſerſchicht

α) Biot's Lehrbuch der Experimentalphyſik. B. I. S. 238 ff.

β) Traité de physique experim. To. I. p. 46 f.

gänzlich erſchöpft iſt; ſo ſieht man, wie vermöge des Einfluſſes dieſer fremden Urſachen die der Gasart eigenthümliche Ausdehnung immer noch einen Zuwachs erhalten muß, welcher mit der Temperatur ſteigt. Dies iſt für mehre Phyſiker eine Urſache der Irrung geweſen. Das einzige Mittel, ſich dagegen zu ſichern, iſt, dieſe dünne Waſſerſchicht vorher durch Verwandlung in Dünſte zu verjagen, indem man die Röhre ſtark erhitzt. Damit aber die Röhre beym freyen Zutritt der Luft nicht wieder mit Feuchtigkeit inwendig belegt werde, muß man ſie mit Queckſilber füllen, und dieſes darin, wie in einem Thermometer, ſieden laſſen. Mag nun, was wol bemerkt zu werden verdient, dieſes Sieden die am Glaſe hängende Waſſerſchicht ganz oder nicht ganz verjagt haben; wenigſtens wird nichts mehr davon ausgehaucht werden können, wenn die Röhre geringern Temperaturen ausgeſetzet wird, als die iſt, bey welcher das Queckſilber ſiedet. Dies war die erſte von Gay-Luſſac beobachtete Vorſichtsmaßregel.

Um nun in die Röhre nichts, als trockene atmoſphäriſche oder andere Gasarten einzubringen, kittete Gay-Luſſac an ihr offenes Ende eine andere weitere Röhre, welche ſich als eine Art Recipient, das Gas zu faſſen, betrachten ließ. Dieſe Röhre war zum Theil mit Stücken ſalzſauren Kalks oder eines andern die Feuchtigkeit einſaugenden Salzes gefüllt. Auch wurde ſie vorher luftleer gemacht, damit ſich das eingebrachte Gas mit keiner atmoſphäriſchen Luft vermiſchen konnte. Um nun eine gewiſſe Quantität Luft in die Röhre einzubringen, bediente ſich Gay-Luſſac eines kleinen, ganz feinen, ſchon zuvor in dieſe Röhre gebrachten, Eiſendrahtes. Er neigte die Röhre, oder kehrte ſie vertikal um, und ließ ſo eine große Menge des darin enthaltenen Queckſilbers ausfließen, deſſen Stelle durch ein gewiſſes Volumen Gas eingenommen ward. Dies Verfahren kann man unter Beobachtung einiger Vorſicht ſo weit bringen, daß in der Röhre blos noch eine kleine Queck-

ſilberſäule bleibt, die als Kolben dient; der übrige ganze Raum bis zur Kugel der Röhre iſt mit dem hineingebrachten trockenen Gas angefüllt. Operirt man mit atmoſphäriſcher Luft, ſo iſt es nicht nöthig, den Recipienten luftleer zu machen; man braucht blos die Luft einige Zeit darin über den Salzen ſtehen zu laſſen, und dann in die enge Röhre auf die angezeigte Art zu bringen.

Nachdem das Gas gehörig eingebracht worden, hat man es nach und nach verſchiedenen Temperaturen auszuſetzen. Zu dieſem Zwecke gebrauchte Gay-Luſſac ein metallenes Gefäß in Geſtalt eines Parallelepipedums, deſſen Boden über einem Ofen von derſelben Größe ſtand. In dies Gefäß wurde Waſſer gegoſſen, und bis zu verſchiedenen Graden erhitzt. Ein Thermometer, welches vertikal in dies Waſſer tauchte, und mit ſeiner Röhre über den Deckel des Gefäßes hinausragte, diente zu einer ungefähren Angabe ſeiner Temperatur, damit man wußte, ob das Feuer verſtärkt oder geſchwächt werden müſſe. Die das Gas enthaltende Röhre durfte aber keineswegs auf dieſelbe Art ins Waſſer getaucht werden, indem die verſchiedenen Horizontalſchichten einer von unten erhitzten Flüſſigkeit ganz verſchiedene Temperaturen beſitzen. Um alſo genau zu beſtimmen, in was für einem Grade das Gas ſich befinde, wurde die Röhre, worin es ſich befand, in eine horizontale Lage gebracht, wo dann die Anzeige ihrer Temperatur durch ein beſonderes Thermometer erhalten wurde, welches jener Röhre gegen über in der nämlichen Schicht horizontal angebracht war. Damit aber hiebey keine Irrungen in der Beobachtung eintraten, wurden die Mündungen, durch welche die Röhren in das metallene Gefäß eintraten, mit Korkſtöpſeln verſchloſſen, welche in der Mitte eine Oeffnung hatten, durch welche ſich die Röhren mit Reibung hin und zurück ſchieben ließen. Auf dieſe Art war es möglich, die Temperatur des Gas zu beſtimmen, in welcher es ſich befand. Wurde alſo zuerſt Waſſer von Null Grad in das Gefäß gebracht, und dann ſtuffenweiſe die

Temperatur deſſelben bis zum Sieden erhöhet, oder auch das umgekehrte Verfahren angewendet, ſo erhielt man in jedem Augenblicke die Temperatur des geprüften Glaſes genau. Nur mußte von der ſo gefundenen Ausdehnung des Gaſes die Ausdehnung der Glasröhren abgezogen werden. Veränderte ſich überdem während des Verſuchs der Luftdruck, ſo wurde auch dieſerwegen die nöthige Correction angebracht. Auf ſolche Art erfuhr man ganz genau, welches Volumen die nämliche Maſſe Gas bey verſchiedenen Temperaturen, unter Vorausſetzung eines ſich gleich bleibenden Luftdrucks eingenommen haben würde; und dann hatte man blos dieſe Volumina unter einander noch zu vergleichen, um zu wiſſen, ob die Ausdehnung gleichförmig oder ungleichförmig erfolgt. Dieſer Verſuch auf die beſchriebene Art und mit allen angezeigten Vorſichtsmaßregeln angeſtellt, und ſo wol mit atmoſphäriſcher Luft als andern Gasarten in vollkommen trockenen Zuſtande öfters wiederholt, führte Herrn Gay-Luſſac zu folgenden Reſultaten:

Alle bleibenden Gasarten dehnen ſich, wenn ſie gleicher Temperatur und gleichem Drucke ausgeſetzt werden, genau um gleich viel aus; die Größe ihrer gemeinſchaftlichen Ausdehnung vom Froſtpunkt bis zum Siedpunkt beträgt, unter Vorausſetzung eines beſtändigen Drucks, 0,375 des Volumens, das ſie urſprünglich bey Null haben. Zwiſchen dieſen beyden Grenzen iſt die Ausdehnung der Gasarten der Ausdehnung des Queckſilbers genau proportional; woraus folgt, daß für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers, bey demſelben Druck, alle Gasarten ſich um eine Größe ausdehnen, welche den 0,00375ſten Theil des Volumens ausmacht, das ſie bey der Temperatur des thauenden Eiſes einnehmen.

Dalton, der um dieſelbe Zeit ſich mit ähnlichen Verſuchen beſchäftigte, fand mit ſehr geringen Ausnahmen dieſelben Reſultate, als ſie Gay-Luſſac gefunden hatte. Einige Zeit darauf haben ſich die Herrn Petit

und Dulong *) mit dem nämlichen Gegenſtande be- ſchäftiget, und mit Hülfe eines Apparats, welcher dem des Herrn Gay-Luſſac nahe kommt, die angeführten Reſultate beſtätiget. Da die letztern ſtatt des Waſſer- bades ein Bad aus fettem Oel anwendeten, um daſſelbe auf höhere Temperatur zu bringen, ſo vermochten ſie der Vergleichung der Ausdehnungen einen größern Um- fang zu geben; und ſo fanden ſie denn, daß bey Tem- peraturen über 100° das Queckſilber ſich geſchwinder als die Gaſe ausdehnet, und zwar um ſo mehr, je näher es dem Siedgrade kömmt. Eben ſo fanden ſie, daß das Glas, das Kupfer, das Platin und das Eiſen bey die- ſen hohen Temperaturen gegen die Gasarten und ſelbſt gegen das Queckſilber ein ſteigendes Verhältniß in ihrem Gange befolgen.

Auch von den dunſtförmigen Flüſſigkeiten überzeugte ſich Gay-Luſſac, daß ſie ſich ganz nach denſelben Ge- ſetzen, als die Gasarten, ausdehnen, ſo lange ſie nicht in tropfbaren Zuſtand zurückkehren. Um dies durch ei- nen Verſuch zu erweiſen, nahm er die austrocknenden Salze aus dem Recipienten heraus, und brachte in die enge Röhre nicht getrocknetes Gas, welches folglich mit der Feuchtigkeit geſchwängert war, die es im natürlichen Zuſtande in Dunſtgeſtalt enthält, und die von den aus- trocknenden Salzen unter Gewichtszunahme derſelben ein- geſaugt zu werden vermag. Vermöge dieſes Verfahrens fand ſich der Raum in der engen Röhre mit einer Miſchung von Gas und Waſſerdünſten angefüllt; und dieſe Miſchung dehnte ſich, wenn ſie nach und nach in verſchiedene immer höhere Temperaturen gebracht wurde, gerade ſo aus, als hätte daſſelbe Volumen blos aus trockenem Gas beſtanden. Dies Geſetz darf aber keinesweges auf ſolche Fälle aus- gedehnet werden, wo die Temperatur unter den Grad erniedriget wird, auf welchem ſie beym Einbringen des Gaſes ſtand, indem daſſelbe Volumen Gas bey einer

*) Annales de chemie et de physique To. VII. p. 117 sqq.

gegebenen Temperatur nur eine beſtimmte Menge Waſſer in Dunſtgeſtalt enthalten kann; wonach, wenn es bey einem gewiſſen Temperaturgrade mit Waſſerdünſten geſättiget war, beym Sinken der Temperatur ein Theil dieſer Dünſte ſich in tropfbar flüſſiger Geſtalt niederſchlagen muß. Da dieſer Theil in ſeiner neuen Form ein weit geringeres Volumen als vorher, einnimmt, ſo wird dadurch das abſolute Volumen des Gaſes vermindert, und ſeine Spannkraft verändert werden; und es werden ſich aus dieſer doppelten Urſache die Geſetze ſeiner ſcheinbaren Ausdehnung abändern müſſen.

Gay-Luſſac unterſuchte auch die Ausdehnung des Aetherdunſtes und fand ſie nicht verſchieden von der der Gasarten, woraus die Vermuthung hervorzugehen ſchien, daß dies Reſultat allgemein für alle Arten von Dünſten gilt, ſo lange ſie im luftförmigen Zuſtande bleiben.

Mit Hülfe dieſer Erfahrungen laſſen ſich Aufgaben auflöſen, nach welchen eine und die nämliche Gasart Volumina einnehmen muß, wenn man ſie ſucceſſiv verſchiedenem Druck und verſchiedenen Temperaturen ausſetzt. Z. B. das Volumen einer Gasmenge betrüge bey der Temperatur des thauenden Eiſes und unter dem Druck vom 0,^{me}76 genau einen Litre; wie viel wird es bey der Temperatur von 10° betragen, bey demſelben Drucke? Hier hat man nur nöthig, das urſprüngliche Volumen um 10 mal 0,00375 zu vermehren; indem 0,00375 die Ausdehnung eines, urſprünglich als 1 geſetzten, Volumens für einen Grad ausdruckt. Das Hinzuaddirende wird mithin 0,375 Litre betragen, und das ganze ausgedehnte Volumen 1,0375 Litre.

Geſetzt auch, der Druck ändere ſich ab; er ſey z. B. 0,^{m}38, ſo hat man zu Folge Mariotte's Geſetzes das vorige Volumen 1,0375 Litre, durch den neuen Druck 0,^{m}38, dem es ausgeſetzt werden ſoll, zu dividiren, und mit demſelben Druck 1,^{m}76, dem es anfänglich ausgeſetzt war, zu multipliciren; indem bey Gleich-

heit der Temperatur, die Volumina einer und derſelben Grundmaſſe ſich umgekehrt, wie die ſie zuſammendrückenden Druckkräfte verhalten. Es wird alſo das geſuchte Volumen $\frac{0^m,76}{0^m,38}$. 1,0375 = 2.1,0375 = 2,0750 Litres betragen, alſo das Doppelte von dem, was es vor Veränderung des Drucks betrug.

Was die Ausdehnung der tropfbar flüſſigen Körper betrifft, ſo findet dabey nicht mehr die Gleichförmigkeit, wie bey den Gasarten, Statt, beſonders, wenn ſie ſich dem Punkte ihres Siedens oder Gefrierens nähern. Um wo möglich das Geſetz zu entdecken, nach welchem die Ausdehnung der tropfbaren Flüſſigkeiten erfolget, ſtellte Gay-Luſſac *) eine Reihe von Verſuchen an. Er bediente ſich hiezu einer genau celibrirten Glasröhre, die ſich in eine Kugel von einer im Verhältniß zur Röhre bedeutenden Capacität endigte. In dieſe Vorrichtung wurde die zu unterſuchende Flüſſigkeit gebracht, dieſelbe darin gekocht, und zuletzt die Röhre, wenn ſich die Flüſſigkeit ſo weit ausgedehnt hatte, daß ſie damit angefüllt war, hermetiſch verſchloſſen. Dies ſo verfertigte wahre Thermometer wurde in eine Flüſſigkeit gebracht, welche nach und nach erhitzt wurde, ſo daß an den gehörigen Abtheilungen der graduirten Röhre die Ausdehnung der zu unterſuchenden Flüſſigkeit beobachtet werden konnte. Der Siedpunkt einer jeden Flüſſigkeit wurde als Null betrachtet, und von dieſem Punkte wurden die Grade abwärts nach der hunderttheiligen Skale gerechnet. Die Flüſſigkeiten, welche den Verſuchen unterworfen wurden, waren Waſſer, Alkohol, Schwefelkohlenſtoff und Schwefeläther. Ihre Siedpunkte waren folgende:

Waſſer	100° d. hund. Skale oder				211°	Fahr.
Alkohol	78,41	—	—	—	173	—
Schwefelkohlenſtoff	46,60	—	—	—	126	—
Schwefeläther	35,66	—	—	—	96	—

*) Annales de chimie et de physique. To. II. p. 130 sqq.

Die folgende Tafel giebt die Zuſammenziehungen an, welche in dem Volumen dieſer verſchiedenen Flüſſigkeiten Statt fanden, wenn ſie verſchiedenen Temperaturen unterhalb ihres Siedpunctes ausgeſetzt wurden:

Waſſer.		Alkohol.		Schwefelkohlenſtoff		Schwefeläther	
Temperat.	Zuſammenz.	Temperat	Zuſammenz	Temperat.	Zuſammenz.	Temperat.	Zuſammenz.
0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
3,6	2,44	4,4	4,90	1,3	1,59	1,3	2,08
8,0	5,40	5,5	6,08	3,6	4,38	2,6	4,04
9,2	6,13	6,7	7,59	5,0	6,14	4,4	7,18
14,3	10,13	11,6	13,25	7,9	9,67	6,1	9,88
21,0	13,68	15,2	17,82	10,1	12,12	7,7	12,46
26,6	17,00	19,8	23,13	12,4	14,93	9,1	14,74
33,1	20,53	23,6	27,52	15,0	17,98	10,7	17,33
39,9	24,06	26,8	31,15	17,8	21,20	12,2	19,76
46,2	26,95	31,8	36,79	22,4	24,27	14,0	22,65
51,4	29,14	34,8	40,05	22,9	27,10	16,9	27,06
56,4	31,16	40,8	46,57	25,0	29,65	20,3	32,27
61,5	32,94	47,9	53,81	27,3	31,98	21,9	33,46
67,4	34,76	51,9	57,92	29,8	34,84	25,1	40,37
72,2	36,07	56,7	62,74	31,1	36,27	28,8	44,69
76,1	36,94	61,2	67,15	33,3	38,68	30,3	45,47
78,7	37,45	62,9	68,88	35,7	41,20	31,0	47,81
80,2	37,74	63,5	69,33	37,4	43,01	31,1	47,88
80,4	37,80	65,5	71,16	38,1	43,68	34,0	50,72
84,5	38,25	67,3	72,97	41,0	46,85	37,3	55,25
86,0	38,52	70,7	76,10	42,3	48,11	39,9	58,54
		72,5	77,85	44,7	50,68	40,5	59,56
		73,8	79,03	47,7	53,94	48,2	69,67
				50,0	56,28	51,6	74,04
				51,1	57,39	53,1	75,87
				61,7	67,83	54,3	77,45
				63,3	69,43	54,7	77,90
				64,3	70,45	55,4	78,84

Gay-Luſſac bemerkte anfänglich gleich, daß dieſe Reſultate von der Zuſammenziehung des Glaſes nothwendig verbeſſert werden müßten. Um alſo den Gang der Ausdehnung beſſer zu erkennen, wurde zugleich folgende Tafel nach einer von Biot angegeben Formel be-

rechnet, welche den Grad der Zuſammenziehung für jede fünf Grade des hunderttheiligen Thermometers unterhalb des Siedpunktes jeder Flüſſigkeit zeigt:

Tempe-ratur	Waſſer		Alkohol		Schwefelkoh-lenſtoff		Schwefeläther	
	Zuſam-menz. a. Verſuch.	Dieſ. be-rechnet	Zuſam-menz. a. Verſuch.	Dieſ. be-rechnet	Zuſam-menz. a. Verſuch.	Dieſ. be-rechnet	Zuſam-menz. a. Verſuch.	Dieſ. be-rechnet
0°	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	3,34	3,35	5,55	5,56	6,14	6,07	8,15	8,16
10	6,61	6,65	11,43	11,24	12,01	12,08	16,17	16,01
15	10,50	9,89	17,51	17,00	17,98	17,99	24,16	23,60
20	13,15	13,02	24,34	23,41	23,80	23,80	31,83	30,92
25	16,06	16,06	29,15	28,60	29,65	29,50	39,14	38,08
30	18,85	18,95	34,74	34,37	35,06	35,05	46,42	45,04
35	21,52	21,67	40,28	40,05	40,48	40,43	52,06	51,86
40	24,10	24,20	45,68	45,66	45,77	45,67	58,77	58,57
45	26,50	26,52	50,85	51,11	51,08	50,70	65,48	65,20
50	28,56	28,61	56,02	56,37	55,28	55,52	72,01	71,79
55	30,60	30,43	61,01	61,43	61,14	60,12	78,38	78,36
60	32,42	31,46	65,96	66,23	66,21	64,48		
65	34,02	33,19	70,74	70,75				
70	35,47	34,09	75,48	74,93				
75	36,70	34,63	80,11	78,75				

Aus dieſer Tafel erhellet 1. daß ſich das Waſſer viel geringer ausdehnet, als der Alkohol und der Schwefelkohlenſtoff, und dieſe geringer, als der Aether; 2. daß der Alkohol und der Schwefelkohlenſtoff denſelben Grad der Ausdehnung erfahren. Gay-Luſſac zeigte, daß das Reſultat bey den letztern von der gleichen Dichte der Dünſte herrühre. Er nahm nämlich ſtatt der Gewichte, gleiche Volumen von dieſen Flüſſigkeiten und brachte ſie zum Sieden. Daraus fand er, daß

Alkohol bey	78,41	Graden	ſein	488,3faches	Volumen	an	Dunſt	erzeuget
Schwefelkohlenſtoff bey	46.60	—	—	491,1	—	—	—	—
Aether bey	35.66	—	—	285,9	—	—	—	—
Waſſer bey	100.00	—	—	1633,1	—	—	—	—

Hieraus ergab ſich, daß der Alkohol und der Schwefelkohlenſtoff ein gleiches Volumen an Dunſt hervorbringen, und daher in Anſehung ihrer Siedpunkte gleiche Dichtigkeit beſitzen.

Das angeführte und bisher gebrauchte Verfahren, die Ausdehnung tropfbar flüſſiger Körper zu beſtimmen, iſt bey allen dabey angewandten Vorſichtsmaßregeln nicht genau genug, und giebt zu verſchiedenen Irrungen Veranlaſſung. Daher iſt es ſicherer, mit folgender Vorrichtung und Vorſicht dergleichen Verſuche anzuſtellen: Man bildet eine weite Heberröhre mit horizontalem untern Theile, und zwey ſenkrecht in die Höhe ſtehenden Schenkeln, gießt die zu beobachtende Flüſſigkeit hinein, und bringt ſie in beyden Schenkeln ins Niveau. Hierauf erhitzt man den einen Schenkel, während man den andern Schenkel bey einer gleichförmigen Temperatur erhält, und beobachtet, um wie viel der oberſte Punkt der erhitzten Säule, höher als der der kalten ſteht. Da nun der Druck, den beyde Säulen auf die, im horizontalen Schenkel enthaltene Flüſſigkeit, ausüben, das Gleichgewicht nicht ſtören kann, weil beyde Säulen mittelſt dieſes Schenkels frey mit einander communiciren, ſo findet man in der Größe, um welche ſich die wärmere Säule verlängert, den reinen Ausdruck für die Ausdehnung, welche die Wärme in ihr verurſachet hat; und der Niveauunterſchied der Flüſſigkeit in beyden Schenkeln giebt daher unmittelbar das Maaß dieſer Ausdehnung. Hiebey werden aber vielerley Vorſichtsmaßregeln erfordert. Zuerſt muß man aufs genaueſte überzeugt ſeyn, daß die beyden Schenkel wirklich vertikal ſind; ferner muß die Temperatur jedes derſelben aufs genaueſte gemeſſen, und dieſe hinlänglich lang auf derſelben Stufe erhalten werden, um den Niveauunterſchied meſſen zu können. Dies Maaß muß endlich mit einem Apparat genommen werden, welcher mit der größten Schärfe eingetheilet und mit einem Perſpektiv mit Fäden verſehen iſt, um die geringſten Bruchtheile des Höhenunterſchiedes noch beobachten zu können. Auf dieſe Art haben die Herrn Dulong und Petit die abſolute Ausdehnung des Queckſilbers zu beſtimmen geſucht, wovon man den Artikel: Barometer Th. VIII. S. 179 ff. nachſehen kann. Un-

ter allen übrigen tropfbaren Flüſſigkeiten, deren Ausdehnung durch die Wärme noch wenig unterſuchet iſt, hat man das Waſſer noch am meiſten den Verſuchen unterworfen. Herr de Luc, welcher eine große Menge ſolcher Verſuche über die Ausdehnung verſchiedener Flüſſigkeiten angeſtellet hat, fand dabey in Hinſicht des Waſſers, daß die Temperatur, bey welcher die Dichtigkeit des Waſſers, am größten iſt, mehre Grade höher liegt, als diejenige, bey welcher es frieret. Dieſe von de Luc aufgefundene Thatſache hat ſich nach der Zeit aufs vollkommenſte beſtätiget, nur wurden von verſchiedenen Verſuchsanſtellern auch verſchiedene Reſultate gefunden. Dalton α) ſetzte das Maximum der Dichte des Waſſers auf 24°,5 Fahren., Lefevre, Guineau β) auf 4°,4 der hundertth. Skale (39,875 Fah.) Hallſtröm γ), ohne Rückſicht auf die Ausdehnung des Glaſes, zwiſchen 41° und 42°,8 Fahr. ziemlich in die Mitte, v. Rumford auf 4°,44, Hope zwiſchen 3°,88 und 3°,33, Trubles auf 4°,35. Nach der Geſammtheit der Verſuche zu urtheilen, welche zur Beſtimmung des Maximums der Dichte des Waſſers angeſtellet ſind, fällt es zwiſchen + 3°,43 und + 4°,44 der hunderttheiligen Skale; tiefer herab nimmt das Waſſer, ſelbſt noch bis unter Null Grad, an Volumen zu.

In Frankreich iſt der Punkt der größten Verdichtung des Waſſers bey Beſtimmung der Gewichtseinheit im Meterſyſteme zum Grunde geleget worden. Dieſe Gewichtseinheit, die den Namen Gramme erhalten hat, iſt dem Gewicht eines auf den Punkt der größten Verdichtung gebrachten Cubikcentimeters deſtillirten Waſſers gleich. Hiernach wird man alſo aus der Anzahl von Cubikcentimetern, welche in der Capacität eines Gefäßes enthalten ſind, ſogleich die Anzahl von Grammen Waſ-

---

α) Gilbert's Annalen d. Phyſik. B. XIV. S. 294.
β) Journal de physique Vol. XLIX. p. 171.
γ) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XX. S. 384 ff.

ſers finden können, die es bey der Temperatur des Maximums der Dichtigkeit erhalten würde; oder hat man umgekehrt durch die Wage die Gewichtsbeſtimmung des, bey eben dieſer Temperatur in dem Gefäße enthaltenen Waſſers gefunden, ſo wird ſich ſogleich ſein Volumen daraus ergeben, wenn man für jeden Grammen einen Cubikcentimeter rechnet.

(Zuſ. z. S. 424. Th. V. und z. S. 774 Th. VI.). Ueber das Weſen der Wärme hat man in den neuern Zeiten eben ſo wenig Aufklärung erhalten, als vormals. Die Erfahrung lehret uns blos, daß die Wärme in den Körpern ſich verbreitet, von einem zu dem andern übergeht, darin gebunden und daraus wieder frey wird, und die Anordnung, die Abſtände und die anziehenden Eigenſchaften ihrer Theile modificirt. Dies ſind Andeutungen, welche uns der Erfahrung zu Folge keine ſichern Beweisgründe für die Materialität der Wärme geben. Aus den neueſten Entdeckungen, welche in Hinſicht der Strahlung der Wärme ſind aufgefunden worden, ſo wie aus andern Erſcheinungen, welche auf gleiche Art dem Lichte zukommen, haben mehre Phyſiker geſchloſſen, daß Licht und Wärme auf einerley Princip beruhen. Indeſſen giebt es auch mehre Erſcheinungen, aus welchen eine gänzliche Verſchiedenheit der Wärme und des Lichtes hervorzugehen ſcheinet. M. ſ. hievon den Artikel: Licht; S. 720 f. f. Th. IX. Ob alſo der Wärme eine wirkliche Materialität zum Grunde zu legen iſt, oder ob ſie blos in einem Bewegungsprincip beſtehe, das iſt noch zur Unterſuchung der Zukunft vorbehalten.

Wärme, ſpecifiſche (Zuſ. z. S. 438. Th. V.). Ueber die Capacität der Körper für die Wärme haben in den neuern Zeiten die Herrn Dulong und Petit [a]) eine große Reihe von Verſuchen angeſtellt, und gefunden, daß die Capacität für Wärme mit den Temperaturen wächſt, wie aus folgenden Anzeigen erhellet. Dabey

---

[a]) Annales de chimie et de physique. To. VII. p. 147.

wurden die Temperaturen mit dem Luftthermometer gemeſſen, und die Capacität des Waſſers wurde als Einheit angenommen.

Mittlere Capacität des Eiſens von 0° bis 100° = 0,1098					
.	.	.	.	.	200° = 0,1150
.	.	.	.	.	300° = 0,1218
.	.	.	.	.	350 = 0,1255

	Mittlere Capacitäten zwiſchen 0° und 100°	Mittlere Capacitäten zwiſchen 0° u. 300°
des Queckſilbers	0,0330	0,0350
— Zinks	0,0927	0,1015
— Antimons	0,0507	0,0549
— Silbers	0,0557	0,0611
— Kupfers	0,0949	0,1013
— Platins	0,0355	0,0355
— Glaſes	0,177	0,1900

Herr Deſpretz *) hat die ſpecifiſchen Wärmen der verſchiedenen Metalle aus ihrem in freyer Luft erfolgenden Abkühlen zu beſtimmen geſucht. Da die Zeit, binnen welcher ſich ein feſter Körper in der atmoſphäriſchen Luft abkühlet, im geraden Verhältniſſe ſeiner Dichtigkeit und ſeiner ſpecifiſchen Wärme ſteht, ſo folgt, daß ſich letztere beſtimmen läßt, wenn man aus Beobachtung die beyden erſtern kennt. Um aber aus dieſer Art von Beobachtungen genaue Reſultate zu erhalten, ſind mehre Vorſichtsmaßregeln dabey nöthig. Zuerſt müſſen die Dimenſionen der kugelförmig gebildeten metalliſchen Körper ſo klein ſeyn, daß die Temperatur des Mittelpunktes von der Oberfläche unendlich wenig verſchieden iſt; hiernächſt muß die anfängliche Temperatur des Körpers die der umgebenden atmoſphäriſchen Luft in allen Verſuchen um ein und dieſelbe Größe übertreffen; auch muß der Zuſtand der Oberflächen der Körper genau derſelbe ſeyn, und der Mittelpunkt des Behälters des Thermometers mit dem Mittelpunkte der Kugeln zuſammenfallen.

---

*) Annales de chemie et de physique. To. X. p. 184 sqq.

Herr Despretz hatte alle dieſe Vorſichtsmaßregeln in Ausübung, und beſonders die Oberflächen der Metalle dadurch auf einerley Zuſtand gebracht, daß er ſie mit Lagen von Firniß ſo lange überzog, bis die Zeit des Abkühlens auf das Minimum zurückgebracht wurde. Aus ſeinen verſchiedentlich angeſtellten Verſuchen ergaben ſich die Reſultate, welche er in folgender Tafel zuſammenſtellte:

Metalle	Polirt	Mit Firniß überzogen				Verhältniß
		1ſte Lage	2te Lage	3te Lage	4te Lage	
Schmiedeeiſen	9′ 56″	5′ 44″	5′ 40″	5′ 40″	. . .	1000 : 570
Stahl	10′ 17″	5′ 50″	5′ 48″	5′ 48″	. . .	1000 : 564
Gußeiſen	9′ 41″	5′ 55″	5′ 52″	5′52″,6	. . .	1000 : 655
Meſſing	8′41″,5	4′57″,5	4′ 49″	4′45″,5	4′45″,5	1000 : 561
Zink	7′ 53″	4′ 26″	4′ 24″	4′24″,6	. . .	1000 : 529
Zinn	4′37″,5	2′23″,5	2′ 37″	2′ 37″	. . .	1000 : 566
Bley	3′ 45″	2′ 20″	2′ 20″	2′ 20″	. . .	1000 : 622

Die erſte Columne zeigt die Metalle an, die bey den Verſuchen angewendet wurden; in der zweyten Columne iſt die Zeit angegeben, in welcher ſie erkalten, wenn ſie polirt ſind; in der dritten die Zeit des Erkaltens, wenn ſie mit einer, zwey, drey und vier Lagen Firniß bedeckt werden; in der letzten die Verhältniſſe der Zeit des Erkaltens polirter Metalle zu der kürzeſten Zeit des Erkaltens der mit Firniß überzogenen Metalle.

Aus dieſer Tafel erſieht man, daß die Wirkung der erſten Schichte Firniß darin beſtehe, das Erkalten der polirten Kugeln auf die Hälfte der Dauer zurückzubringen; daß die zweyte Lage die Zeit ebenfalls noch um einige Sekunden vermindert, und daß die dritte in der Regel ohne Wirkung iſt.

Jedes Metall, mit Ausnahme des Meſſings, wurde durch das Aufſtreichen der zweyten Lage Firniß auf die kleinſtmöglichſte Zeit des Erkaltens zurückgebracht.

Beſonders verdient bemerkt zu werden, daß das Verhältniß der Zeit des Erkaltens der polirten Metalle zu dem der mit Firniß überſtrichenem, für alle Metalle beynahe daſſelbe iſt.

Das Schmiedeeiſen, der Stahl, das Gußeiſen, welche dieſelbe gefirnißte Oberfläche haben, verlieren eine gleiche Anzahl der Wärme, in Zeiten, die ſich wie 340, 348, 352 verhalten, wie man aus der dritten Columne ſieht. Das Eiſen erkaltet demnach um ſo langſamer, je größer die Menge Kohlenſtoff iſt, womit es verbunden.

Das nicht mit Firniß überzogene Gußeiſen (2te Columne) erkaltete ungleich geſchwinder als das Schmiedeeiſen und der Stahl, weil das Gußeiſen keine ſo vollkommene Politur annahm, als die beyden andern Metalle.

Die Kugeln aus Schmiedeeiſen und Stahl waren geſchmiedet worden, die aus Gußeiſen war aus einer vierpfündigen Kanonenkugel gemacht worden; die Kugeln aus Zink, Meſſing, Zinn und Bley waren gegoſſen worden. Das Gewicht einer jeden von dieſen Kugeln ſtand mit der Dichte des Metalles, aus dem ſie verfertiget worden war, im Verhältniſſe.

Dieſe angeführten Verſuche dienten Herrn Deſpretz, die ſpecifiſche Wärme und die äußere Leitungsfähigkeit jedes Metalles nach Formeln, die Herr Fourier entwickelt hatte, zu berechnen. Die von ihm erhaltenen Reſultate giebt folgende Tafel:

Metalle	Zeit des Erkaltens		Capac. aus d. Erkalten berechnet	Aeußere Leitungsfähigkeit	Unmittelbar gefundene Capacität
	Polirt	gefirnißt			
Schmiedeeiſen	100	175,2	100	100	100
Gußeiſen	103,5	170,8	113,6	106,3	103,6
Stahl	102,3	187,4	102,1	98,9	
Zink	77,6	139,1	84,6	97,8	85,8
Meſſing	84,0	153,3	80,6	95,9	
Zinn	46,5	81,6	48,6	99,2	47,8
Bley	41,2	66,2	28,6	109,0	30,6

Die Capacität und Leitungsfähigkeit des Eiſens wurden durch 100 ausgedruckt; hier konnte man nicht die durchs Erkalten gegebene Capacität des Waſſers als Einheit annehmen, weil die Ströme, die dadurch hervorgebracht werden, daß die kleinſten Theilchen der Flüſſigkei-

ten nicht in ihrer Stelle bleiben, ein Hinderniß geben würden, eine genaue Vergleichung zwiſchen den feſten und tropfbar flüſſigen Körpern anzuſtellen.

Aus dieſer Tabelle ergiebt ſich ferner, daß die Capacitäten des Schmiedeeiſens, des Stahls, des Zinks, des Zinnes und des Bleyes, welche durch das Erkalten in der Luft gefunden wurden, ſich nicht ſehr von denjenigen unterſcheiden, die man durch die gewöhnlichen Verfahrungsarten erhält.

Unter äußerer Leitungsfähigkeit verſteht man die Menge Wärmeſtoff, welche die Einheit der Oberfläche, welche auf einer Temperatur von 100° erhalten wurde, die Luft, die auf der Temperatur 0° erhalten wird, in der Zeiteinheit abgeben kann. Dieſe Menge Wärme, welche in einer gegebenen Zeit von einer erhitzten Oberfläche ausſtrömen kann, beſteht aus zwey verſchiedenen Theilen; der eine iſt der Wärmeſtoff, welcher an die mit der Oberfläche in Berührung befindlichen Luft abgegeben wird, und der andere geht durch Strahlen verloren.

Das Bley beſitzt die äußere Leitungsfähigkeit im höchſten Grade, das Meſſing im ſchwächſten. Die übrigen Metalle, das Gußeiſen ausgenommen, welches nicht ſo vollkommen polirt werden kann, beſitzen dies Vermögen faſt in gleichem Grade.

Ueber die ſpecifiſche Wärme der Gasarten haben in den neuern Zeiten mehre Phyſiker Verſuche angeſtellt. Zuerſt beſchäftigte ſich damit Herr Gay-Luſſac *). Er ging dabey von den beyden Thatſachen aus: daß alle Gasarten von der Wärme gleichförmig ausgedehnt werden, und daß die Räume, welche ſie einnehmen, ſich umgekehrt, wie die ſie zuſammendrückenden Gewichte verhalten. Wenn man alſo die Gasarten in ganz gleiche Umſtände verſetzt, und gleichförmig den auf ihnen laſtenden Druck vermindert, ſo glaubt er, daß man aus den

*) Memoir. de physique et de chimie de la societé d,Arcueil To. I. p. 180 sqq.

Veränderungen der Temperatur, welche die Vermehrung ihres Volumens hervorbringt, werde ſchließen können, ob ihre ſpeciſiſche Wärme gleich ſey, oder nicht.

Zu dem Ende bediente er ſich folgendes Apparats: Er nahm zwey mit zwey Tubulirungen verſehene Ballons, von welchen jeder ungefähr 600 Pariſ. Cubikzoll Inhalt hatte. An einer der Tubulirungen war eine Hahn befindlich, an der andern ein äußerſt empfindliches Weingeiſtthermometer. Um die Wirkungen der Feuchtigkeit zu verhindern, wurde in jedem Ballon geglühete ſalzſaure Kalkerde gebracht. Der Verſuch wurde auf folgende Art angeſtellt: Beyde Ballons wurden luftleer gemacht, alsdann einer derſelben mit der zu unterſuchenden Gasart gefüllt, und nach Verlauf von 12 Stunden der Hahn der bleyernen Zuleitungsröhre, durch welche beyde Ballons mit einander verbunden waren, geöffnet. Die Luft ſtrömte aus dem mit derſelben angefüllten Ballon ſo lange in den andern über, bis ein Gleichgewicht des Drucks in beyden Statt fand. Bey einer ſolchen Einrichtung war es daher leicht, die Luft auf die Hälfte, das Viertheil, Achttheil u. ſ. w. ihrer urſprünglichen Dichte zurückzubringen, indem man den einen Ballon wiederholt luftleer zu machen braucht.

So wie die Luft in den einen luftleer gemachten Ballon eindrang, ſtieg in dieſem das Thermometer auf eine merkliche Art; dies Steigen des Thermometers war um ſo bedeutender, je vollkommener der Ballon von Luft leer gemacht worden war. Dieſer Umſtand macht es ſehr wahrſcheinlich, daß die ſich entwickelnde Wärme nicht von einem im Ballon zurückgebliebenen Rückſtand von Luft abgeleitet werden könne. Auf der andern Seite fand in dem mit Luft angefüllten Ballon, indem die Luft aus ſelbigem ſtrömte, eine Verminderung der Temperatur Statt, und man kann, wenn man die Umſtände unerwäget, welche bey ſolchen Verſuchen nur zu leicht Unterſchiede im Erfolg hervorbringen können, die Aenderungen der Temperatur in beyden Ballonen gleich ſetzen,

und annehmen, daß die Erhöhung der Temperatur, welche in dem einen Ballon erfolget, der Erniedrigung der Temperatur gleich ſey, welche in dem andern Ballon bemerket wird. Dieſe Aenderungen der Temperatur ſtehen bey einerley Gasart mit den Veränderungen der Dichte, welche ſie erfährt, im Verhältniſſe.

Die Verſuche, welche mit atmoſphäriſcher Luft, Waſſerſtoffgas, Sauerſtoffgas und kohlenſaures Gas angeſtellt wurden, führten zu folgenden Reſultaten: Die Aenderungen der Temperatur, welche durch die Veränderungen der Dichte der Gasarten hervorgebracht wurden, fielen bey übrigens gleichen Umſtänden deſto größer aus, je geringer das ſpecifiſche Gewicht der Gasarten war. Dieſe Veränderungen waren unbeträchtlicher beym kohlenſauren Gas, als beym Sauerſtoffgas; bey dieſem unbedeutender, als bey der atmoſphäriſchen Luft, und bey dieſer weit geringer, als bey dem Waſſerſtoffgas, welches, wie bekannt, die leichteſte unter den bis jetzt bekannten Gasarten iſt.

Erwäge man ferner, daß alle Gasarten von der Wärme gleichförmig ausgedehnet werden, und in den angeführten Verſuchen dieſelben um ſo größere Mengen Wärmeſtoff abſorbiret haben müſſen, je geringer ihr ſpecifiſches Gewicht wäre, indem ſie ſich nothwendig durch größere Räume ausdehnen müßten; ſo führt dieß zu der wichtigen Folge: daß die Capacitäten der Gasarten für den Wärmeſtoff bey gleichem Volumen in einem wachſenden Verhältniſſe ſtehen, wenn ihr ſpecifiſches Gewicht abnimmt. Die Capacitäten eines und deſſelben Gaſes für den Wärmeſtoff nehmen bey demſelben Volumen mit ſeiner Dichte ab. Dies Geſetz gab Gay-Luſſac damals nur als wahrſcheinlich an, und behielt ſich vor, dieſen Gegenſtand einer weitern Prüfung zu unterwerfen.

Dieſem zu Folge würde alſo unter allen bekannten Gasarten das Waſſerſtoffgas diejenige ſeyn, welche die größte Capacität für den Wärmeſtoff hätte. Hierin glaubt auch Gay-Luſſac den Erklärungsgrund von

einer früher von ihm wahrgenommenen Erſcheinung zu finden, daß nämlich eine Miſchung von Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas in dem Verhältniſſe wie 10 zu 1 durch den elektriſchen Funken nicht vollſtändig entzündet wird. Denn der Antheil Wärmeſtoff, welcher bey der Statt findenden Verbindung in Freyheit geſetzet wird, wird von den Theilen des Gas, welche nicht in Verbindung getreten ſind, abſorbiret; dadurch wird die Temperatur unter der zum Verbrennen nöthigen Temperatur erniedriget, folglich muß das Verbrennen aufhören.

Gay-Luſſac *) ſtellte in der Folge neue Verſuche an, welche ſeine Meinung von der Wärmecapacität der Gasarten beſtätigten. Um aber dieſelbe direct darzuthun, wählte er in Hinſicht der Gasarten das nämliche Verfahren, das Crawford bey tropfbar flüſſigen Körpern gebraucht hatte, indem er dieſelben mit einander mengte. Sein dazu nöthiger Apparat hatte dieſe Einrichtung, daß von den beyden Gasarten, die mit einander vermengt werden ſollten, jedesmal ein gleiches Volumen an den Ort gelangte, wo ſie ſich vermiſchten, und es war die Temperatur der inneren eben ſo viel unter der Temperatur der umgebenden Luft, als die der andern darüber, ſo daß die Summe der Temperatur beyder der Luft-Temperatur gleich, und in Beziehung auf ſie 0 war. Um dies zu beſtimmen, gebrauchte er zwey Gaſometer, wovon jedes ungefähr acht Litres Gas faßte, und beyde mit demſelben Waſſerbehälter in Verbindung ſtanden, welcher ihnen in gleichen Zeiten genau gleiche gegebne Mengen Waſſer zuführte. Das Rohr eines jeden Gaſometer, durch welches das Gas ausſtrömte, führte daſſelbe zuerſt durch eine Röhre mit ſalzſaurem Kalke, wo das Gas ſeine Feuchtigkeit abſetzte, dann in eine Röhre, welche ſchlangenförmig durch einen Blechkaſten hindurchging, und zuletzt in eine in Eiderdunen

---

*) Annales de chimie T. 81. frey überſ. in Gilbert's Annalen der Phyſik B. XLV. S. 321 ff.

gehüllte, und mit einem ſehr empfindlichen Queckſilber-thermometer verſehene Glasröhre, welche von den beyden Blechkaſten gleich weit entfernet war, und in der die beyden Gasarten zuſammen kamen und ſich vermiſchten. Der mit dem einen Gaſometer verbundene Blechkaſten war mit einer Froſtmiſchung, der mit dem andern Gaſometer verbundene mit heißem Waſſer angefüllt, welches um eben ſo viele Grade heißer, wie die Froſtmiſchung kälter, als die umgebende Luft war. Auf dieſe Art wurde nun zwar die Temperatur beyder Gasarten ein wenig verändert, ehe ſie zu dem Orte gelangten, wo ſie ſich vermiſchten, dieſe Veränderungen glichen ſich aber aus.

Die Reſultate ſeiner Verſuche, welche das Mittel aus mehreren waren, waren folgende:

Temperatur der zu miſchenden Gasarten		Temperatur der Mengung
des Waſſerſtoffgas	— 22°	0°
der atmoſphäriſchen Luft	+ 22°	
des kohlenſauren Gas	— 24°	0°,4
der atmoſphäriſchen Luft	+ 25°,5	
des Waſſerſtoffgas	+ 23	0,°2
des kohlenſauren Gas	— 23	
der atmoſphäriſchen Luft	+ 22	0,8
des Sauerſtoffgas	— 21	
der atmoſphäriſchen Luft	— 21	0,4
des Stickgas	+ 21	

Aus dieſen Verſuchen ſchien nach Gay-Luſſac hervorzugehen, daß die angeführten Gasarten und daher wahrſcheinlich auch alle elaſtiſche Flüſſigkeiten, bey gleichem Raum und unter gleichem Drucke einerley Capacität für Wärme haben. Hieraus folgte aber auch zugleich, daß das eben von Gay-Luſſac vormals gefolgerte Geſetz alſo abgeändert werden müſſe: bey gleichem Gewichte (nicht bey gleichem Volumen) und unter gleichem Drucke iſt die Wärmecapacität der Gasarten deſto größer, je ſpecifiſch leichter ſie ſind.

Da bey allen dieſen Bemühungen ſich doch noch manche Schwierigkeiten in den Weg legten, die ſpeci-

ſiſchen Wärmen der verſchiedenen Gasarten genau auszumitteln, indem die geringe Dichte derſelben verurſacht, daß ſie ſelbſt beym Erkalten um eine beträchtliche Anzahl Grade doch nur eine ſehr geringe Wärmemenge entbinden; da überdem die bekannten Reſultate, welche von dieſem Gegenſtande bisher bekannt waren, ſehr wenig Uebereinſtimmung zeigten: ſo wurde von der Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris die Erforſchung der ſpeciſiſchen Wärme der Gasarten als eine Preisaufgabe vorgelegt, und die Arbeit der Herren De Laroche und Berard wurde gekrönt. Sie gebrauchten hiezu einen eigenen Apparat, welchen Biot *) beſchrieben hat. Die Reſultate ihrer Unterſuchungen ſind in folgender Tabelle enthalten:

Specifiſche Wärme der verſchiedenen Gasarten unter dem nämlichen Druck, die der atmoſphäriſchen Luft als Einheit angenommen

	bey gleichem Volumen	bey gleichem Gewicht
atmoſphäriſche Luft	1,0000	1,0000
Waſſerſtoffgas	0,9033	12,3401
Kohlenſaures Gas	1,2583	0,8280
Sauerſtoffgas	0,9765	0,8848
Stickſtoffgas	1,0000	1,0318
Oxydirtes Stickgas	1,3503	0,8878
Oelerzeugendes Gas	1,5530	1,5763
Kohlenſtoffoxyd	1,0340	1,0805
Waſſerdampf	1,9600	3,1360

Auf dieſer Tafel erſieht man, daß die ſpeciſiſche Wärme des Waſſerſtoffgaſes bey gleichem Gewicht weit ſtärker iſt, als die der atmoſphäriſchen Luft. Die nämliche Wärmemenge, durch welche die Temperatur einer Maſſe der atmoſphäriſchen Luft um 12°,3402 erhoben werden könnte, würde die einer gleichen Maſſe Waſſerſtoffgas nur um 1° erhöhen. Ueberhaupt iſt es merkenswerth, daß überhaupt das Waſſerſtoffgas ſich beſtändig bedeutend von den Werthen entfernt, welche für die andern gasförmigen Subſtanzen, bey jeder Art von Ver-

*) Traité de physique experim. et mat. To. IV. p. 717 sqq.

ſuchen, welchen man ſie unterwerfen mag, gefunden werden.

In folgender Tafel ſind die nämlichen Reſultate enthalten, die ſpecifiſche Wärme des Waſſers als Einheit angenommen, als Folge eines unmittelbaren Verſuchs, worin De Laroche und Berard die Erwärmungen verglichen, welche in einem Wärmemeſſer durch gleiche Maſſen Waſſers und atmoſphäriſcher Luft hervorgerufen wurden:

	Specifiſche Wärme
Waſſer	1,0000
atmoſphäriſche Luft	0,2669
Waſſerſtoffgas	3,2936
Kohlenſäure	0,2210
Sauerſtoff	0,2361
Stickſtoff	0,2754
Oxydirter Stickſtoff	0,2369
Oelerzeugendes Gas	0,4207
Kohlenſtoffoxyd	0,2284
Waſſerdampf	0,8470

Clement und Deſormes fanden folgende Reſultate für gleiche Raumtheile in einer Temperatur von 0° bis zu 60° Celſ. oder 32° bis 140° Fahrenh.

Specifiſche Wärme verſchiedener Gasarten.

	Barometer Zoll	Clement u. Deſormes	Delaroche u. Berard
atmoſphäriſche Luft	39,6	1,215	1,2396
Desgleichen	29,84	1,000	1,0000
Desgleichen	14,92	0,693	
Desgleichen	7,44	9,504	
Desgleichen	3,74	0,368	
Desgleichen angefüllt mit Aether	29,84	1,000	
Stickſtoff	29,84	1,000	1,0000
Sauerſtoff	29,84	1,000	0,9765
Waſſerſtoff	29,84	0,664	0,9033
Kohlenſäure	29,84	1,500	1,2583

Das Verhältniß der ſpecifiſchen Wärme der Luft zu der des Waſſers ſtellt ſich nach Clement und Deſormes wie 0,50 : 1,000 oder genau als $\frac{1}{4}$ dar.

Dalton *) hat nach theoretiſchen Gründen, die ſich auf die Vorausſetzung gründen, daß die Wärmemenge, welche den kleinſten Theilchen aller elaſtiſchen Flüſſigkeiten angehört, bey demſelben Druck, und derſelben Temperatur dieſelbe ſeyn müſſe, folgende Tafel berechnet:

	Specifiſche Wärme
Waſſerſtoffgas	9,382
Stickgas	1,866
atmoſphäriſche Luft	1,759
Ammonium	1,555
Oelmachendes Gas	1,555
Sauerſtoffgas	1,333
Kohle Waſſerſtoffgas	1,333
Waſſerdunſt	1,166
Aetherdunſt	0,848
Salpetergas	0,777
Kohlenoxyd	0,777
Alkoholdunſt	0,586
Schwefel-Waſſerſtoffgas	0,583
Oxydirtes Stickgas	0,549
Dunſtförmige Salpeterſäure	0,491
Kohlenſaures Gas	0,492
Salzſaures Gas	0,414

Dieſe Reſultate drücken die Temperaturerhöhung aus, welche ein Gramme jeder Gasart beym Erkalten um 1° Cent. in einem Gramme tropfbaren Waſſers erzeugen würde. Durch Diviſion derſelben mit 75 wird man die Anzahl Grammen Eis von 0° erhalten, welche durch daſſelbe Erkalten geſchmolzen werden könnten; und die Diviſion mit 100 wird die Anzahl Grammen tropfbaren Waſſers geben, die dadurch von der Temperatur des thauenden Eiſes auf die des Siedens gebracht werden könnten.

Die ſpecifiſchen Wärmen der tropfbar flüſſigen Körper ſind in den neuern Zeiten ebenfalls genauer und vollkommener unterſuchet und erörtert worden. Es hatte bereits ſchon D. Black Verſuche angeſtellt, die abſolute Menge Wärmeſtoff zu meſſen, welche bey der Verwand-

*) *Murray* system of Chemistry Vol. I. p. 662.

lung des Waſſerdampfes in Waſſer entbunden wurde. Da er ſich aber nicht ganz auf ſein dabey angewandtes Verfahren verließ, ſo bat er den Herrn Watt, den Verſuch von neuem anzuſtellen. Dieſer, dem dieſer Verſuch in Hinſicht der Einrichtung und Theorie der Dampfmaſchinen ſehr wichtig war, wendete dabey alle mögliche Sorgfalt an, und fand, daß der Wärmeſtoff, welcher vom Dampf beym Uebergange in tropfbaren Zuſtand entbunden wurde, ſo viel betrug, um die Temperatur einer gleichen Waſſermaſſe um 950° Fahr. zu erhöhen, oder, was daſſelbe iſt, um eine 950fache Waſſermaſſe um 1° Fahr. zu erhöhen.

Faſt zu dem nämlichen Reſultat gelangte der Graf v. Rumford [a]) durch ein ſehr ſinnreiches Verfahren, welches beſonders auch zur Beſtimmung der Wärmemenge, welche beym Verbrennen verbrennlicher Körper entbunden wird, mit Zuverläſſigkeit angewendet werden kann. Zum Wärmemeſſer gebrauchet er ein Metallgefäß, welches mit Waſſer von bekannter Temperatur gefüllt wird. Dies Gefäß, welches aus ſehr dünnem rothen Kupferblech beſteht, hat 8 Zoll Länge, 4½ Zoll Breite und 4¾ Zoll Höhe. Sein Inneres enthält ein Spiralrohr ebenfalls aus Kupfer, welches drey horizontale Windungen darin macht, und beſtimmt iſt, die gasförmigen Produkte aufzunehmen, durch welche das Waſſer erhitzt werden ſoll. Das Spiralrohr hat die Form einer platten Röhre, deren Höhe oder Dicke allenthalben ½ Zoll, die Breite beym Eingang 1½ Zoll und beym Ausgang 1 Zoll iſt. Sein Mundſtück iſt ein cylindriſches Rohr von 1 Zoll Durchmeſſer und 1 Zoll Höhe, welches die Produkte eintreten läßt, und ſich vertikal im Innern des Spiralrohrs ſelbſt bis zu einer Höhe von ¼ Zoll über ſeinen Boden erhebt. Das andere Ende des Spiralrohrs tritt vertikal nahe an der Wand des Gefäßes her-

a) *Nicholſon's* journal etc. Jun. 1812. frey überſ. in Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXIV. S. 1 ff. B. XLV. S. 306 ff.

vor, welche derjenigen entgegengeſetzt iſt, durch welche die Produkte eintreten. Ein Thermometer mit cylindriſchem Behältniſſe von einer, dem Wärmemeſſer, gleichen Höhe, giebt in jedem Augenblicke die mittlere Temperatur alles darin enthaltenen Waſſers an. Endlich wird der ganze Apparat durch vier dünne Stäbe von trockenem Holze getragen.

Wenn nun brennbare Subſtanzen unter dem Mundſtücke des Spiralrohrs verbrannt werden, ſo erhellet, daß die dadurch entſtehenden gasförmigen Produkte, ſo wie die durch ihre Berührung erhitzte Luft ſelbſt, in die Windungen dieſes Apparates hineinſteigen, und durch Abgeben ihres Temperaturüberſchuſſes an das umgebende Waſſer die Temperatur deſſelben um eine gewiſſe Anzahl Grade erhöhen werden. Damit aber der Verſuch zuverläſſig ſey, müſſen die ſo vorgenommenen Verbrennungen vollſtändig erfolgen, welches man daran erkennt, daß die verbrannte Subſtanz ſich ganz und gar mit einer ſchönen Flamme und ohne merklichen Geruch verzehrt. Bedient man ſich hiebey Kerzen oder Lichter, ſo muß man ſie vor und nach der Operation wiegen, und vorzüglich beſorgt ſeyn, Flamme und Docht ſo einzurichten, daß kein Rauch entſteht. Was die Hölzer betrifft, ſo werden ſie in ganz feine Spähne zerſchnitten und unter dem Mundſtück des Spiralrohrs angebrennt, während man ſie mit einer Pincette hält. Um ſpirituöſe Flüſſigkeiten, als Alkohol oder Aether, zu verbrennen, müſſen zur vollſtändigen Verbrennung beſondere Maßregeln angewendet werden.

Um aber auch alle Wärme, die ſich entbindet, ſchätzen zu können; muß man die Temperatur wiſſen, welche die Produkte, nachdem ſie durch alle Windungen des Spiralrohrs hindurchgegangen ſind, bey ihrem Austritt beſitzen. Zu dieſem Zweck ſetzte Rumford den Ausgang dieſes Spiralrohrs mit dem Mundſtück eines andern dergleichen Apparats in Verbindung, und fand, daß, wenn er im erſten Wärmemeſſer nur wenig beträchtliche Tem-

peraturveränderungen zu wege brachte, das im zweyten Wärmemeſſer enthaltene Waſſer nicht merklich erwärmet wurde. Hiernach hielt er beym Stehenbleiben zwiſchen dieſen Grenzen die Anwendung des zweyten Wärmemeſſers für überflüſſig.

Bey dieſem Verfahren iſt ferner auch erforderlich, die Mengen des Wärmeſtoffs dabey in Rückſicht zu nehmen, welche vom Spiralrohr und den Wänden des Wärmemeſſers verſchluckt werden. Hiezu führen entweder directe Verſuche, indem man ausmittelt, um wie viel eine gegebene Waſſermaſſe ſich abkühlt oder erwärmt, wenn ſie in den Apparat gebracht wird, oder die Berechnung, welche ſich auf die Kenntniß des Gewichtes und der ſpecifiſchen Wärme des zum Apparat angewandten Kupferblechs gründet. Rumford fand, nachdem er dieſe Verbeſſerung an ſeinem Wärmemeſſer vorgenommen hatte, daß deſſen eigene Maſſe mit der des darin enthaltenen Waſſers zuſammengenommen 2781 Grammen Waſſers gleich kamen; eine Zahl, die er ſtets bey ſeinen Reſultaten angewandt hat.

Außerdem iſt noch eine Beſeitigung oder Verbeſſerung einer andern Urſache erforderlich, derjenigen nämlich, welche die fortſchreitende Erwärmung oder Abkühlung des Apparats vermöge Strahlung und Berührung mit der umgebenden Atmoſphäre zur Folge hat. Hiegegen hat ſich Rumford auf eine eben ſo ſichere, als ſinnreiche Weiſe verwahrt. Er erniedriget zuvörderſt die Temperatur ſeines Apparats um einige Grade, z. B. 5 bis 6, unter die der umgebenden Atmoſphäre, und läßt alsdenn die dem Verſuch zu unterwerfenden Produkte hineintreten. Dieſe theilen der Spiralröhre bey ihrem Abkühlen Wärme mit, welche dann wieder an das, die Röhre umgebende, Waſſer übergeht. So lange dies Waſſer die Temperatur der äußern Luft nicht erreicht hat, empfängt es von den umgebenden Körpern mehr Wärmeſtoff, als es in gleicher Zeit denſelben zuſendet; es wird ganz eigentlich von ihnen erwärmt. Das

Entgegengeſetzte aber findet Statt, wenn es dieſe Temperatur überſtiegen hat; dann ſendet es mehr Wärmeſtoff aus, als es in gleicher Zeit empfängt, und erwärmt nun ſeinerſeits die umgebenden Körper. Wird alſo dieſe Operation ſo geleitet, daß eben ſo viel Zeit darüber in einem dieſer Zuſtände, als im andern hingeht, ſo wird ſich die Menge des empfangenen und des abgegebenen ſtrahlenden Wärmeſtoffs ungefähr ausgleichen, und die Menge des, vom Wärmemeſſer zurückbehaltenen, Wärmeſtoffs ſo beſchaffen ſeyn, als wenn es weder Wärme von Außen empfangen, noch nach Außen abgegeben hätte.

Um dies Verfahren auf die Verdichtung des Waſſerdampfes anzuwenden, ließ Rumford eine bekannte Menge Waſſers in einer langhalſigen Retorte kochen, welche ſich unter dem Mundſtück der Spiralröhre aufwärts krümmte. Das Ende ihres Halſes war mit der Spiralröhre mittelſt eines ſehr genau paſſenden Korkſtöpſels in Verbindung gebracht, der oben mit vier kleinen horizontalen Löchern durchbort war, die ſich etwas über den flachen Boden der Spiralröhre erhoben. Solchergeſtalt fiel der Dampf, der ſich beym Austritt aus den Löchern verdichtete, auf dieſen Boden, ohne das Nachſteigen neuen Dampfes durch die Löcher zu verhindern. Die Retorte ward durch einen kleinen tragbaren Ofen erhitzt, der hinlänglich entfernt, und durch verſchiedene Schirme vom Wärmemeſſer getrennt war. Das Gewicht des verdichteten Dampfes wurde daraus hergeleitet, daß man die Retorte vor und nach der Operation, welche im Allgemeinen 10 bis 11 Minuten dauerte, wog. Vor Anfang derſelben ließ man jedoch immer das Waſſer in der Retorte ſieden, um die Luft herauszutreiben, die darin enthalten ſeyn konnte.

Auf dieſe Art ließ ſich beſtimmen, daß ein Gramme Waſſerdampf von 100° Cent. beym Tropfbarwerden in dieſer Temperatur eine 567 und $\frac{105}{1000}$ mal ſo große Menge Wärmeſtoff entbindet, als erforderlich iſt, die Temperatur eines Grammes tropfbar flüſſigen Waſſers

um 1° zu erhöhen; oder auch, dieſer Wärmeſtoff wäre im Stande, 567,195 Grammen Waſſer um 1° Cent. zu erhöhen. Dieſe Beſtimmung der Grammenzahl iſt nicht abſolut, ſondern ändert ſich mit der angewandten Thermometereintheilung; ſo daß man ſie, um ſie auf eine andere Eintheilung zu beziehen, mit dem Werthe eines Centeſimalgrades, als Funktion der neuen Grade ausgedrückt, multipliciren müßte. Um ſie z. B. in Fahrenheitſche Grade auszudrücken, müßte man ſie mit $\frac{180}{100}$ oder 1,8 multipliciren, wodurch ſich der Faktor 567,195 in 1020,951 verwandeln würde. Folglich würde die Wärmeſtoffmenge, welche ſich aus einem Gramme Waſſerdunſt, der bey 212° Fahrenh., welches 100° Cent. entſpricht, tropfbar wird, entbindet, einen Gramme tropfbar flüſſigen Waſſers um 1021° Fahr. in ſeiner Temperatur erhöhen, oder, was daſſelbe iſt, 1021 Grammen um 1 ſolchen Grad erhöhen. Hiernach würde man alſo ſagen müſſen, daß der Waſſerdampf, wenn er bey 212° Fahr. tropfbar wird, 1021° Wärme entbindet.

Wollte man wiſſen, wie viel Grammen Waſſers von 0° dieſe Quantität Wärmeſtoff zum Kochen bringen könnte, ſo hat man nur nöthig, die Zahl 567,195 Gramme mit der Zahl Centeſimalgrade zu dividiren, welche die Temperatur des kochenden Waſſers ausdrückt, d. i. mit 100. Sie würde dadurch auf 5,67195 zurückkommen. Auf dieſe Art würde ein Gramme, bey 100° tropfbar werdenden Waſſerdampfs 5,67195 Grammen tropfbar flüſſigen Waſſers von der Temperatur des thauenden Eiſes auf den Siedpunkt zu erhöhen vermögen.

Um endlich die nämliche Beſtimmung nach Grammen geſchmolzenen Eiſes zu geben, braucht man nur 567,195 durch den Bruch $\frac{1}{75}$ zu multipliciren, welcher die Menge Eis, die ein Gramme tropfbares Waſſer beym Erkalten um 1° Cent. zu ſchmelzen vermag, in Theilen des Grammes ausdrückt. Durch dieſe Diviſion findet man 7,5626, d. h. der Wärmeſtoff, welcher von einem

Gramme bey 100° Cen. tropfbar werdenden Waſſerdunſtes entbunden wird, vermag 7,5626 Grammen Eis von der Temperatur 0° zu ſchmelzen.

Durch Anwendung des Rumfordſchen Verfahrens hat Desprez auf verſchiedene andere Flüſſigkeiten, als Waſſer, ebenfalls ihren Verdunſtungswärmeſtoff ausgemittelt. Da aber die Dünſte der verſchiedenen tropfbaren Flüſſigkeiten bey der nämlichen Temperatur ſehr ungleiche Spannkräfte beſitzen, ſo kann man ihre Verdichtung nicht unter ſolchen Umſtänden bewirken, daß man, wie beym Waſſerdampf, zugleich den Druck von $0^{me},76$ und die Temperatur von 100° Ce. hat; wenigſtens muß eins von dieſen beyden Stücken abweichen. Deſprez fand den Verdünſtungswärmeſtoff des Terpentinöls gleich 76°,8, den des Schwefeläthers gleich 172° und den des Alkohols gleich 207°,7. Die Siedpunkte dieſer drey Flüſſigkeiten unter dem gewöhnlichen Drucke von $0^{me},76$ waren 157°,4; 35°,5; 78°,7. Der Alkohol war vollkommen waſſerfrey; denn ſein Siedpunkt blieb, während ſeine Maſſe durch die Verflüchtigung ſchwand, genau auf der nämlichen Stufe. Man ſieht alſo hieraus, daß für dieſe Flüſſigkeiten die Menge des Verdünſtungswärmeſtoffs weit geringer iſt, als für das Waſſer. Deſprez fand auch für das Waſſer eine geringere Zahl, als ihm im Allgemeinen andere Phyſiker beylegen, nämlich nur 530,5.

Zur genauen Vergleichbarkeit aller dieſer Reſultate untereinander würde nun erforderlich ſeyn, zu wiſſen, welches für jede Art Dampf die relativen Mengen von Verdünſtungswärmeſtoff bey ungleichen Temperaturen und mithin verſchiedenen Spannkräften wären? Die Wichtigkeit dieſer Frage in Hinſicht auf die Anwendung des Waſſerdampfes als bewegender Kraft, hat mehrere Phyſiker bewogen, ſich damit zu beſchäftigen; und ſie ſind ſämmtlich zu dem bemerkenswerthen Reſultate gelangt, daß ein und daſſelbe Gewicht Waſſerdampf immer genau, oder doch faſt ganz genau, durch ſein Tropf-

barwerden ein und dieſelbe Menge Wärmeſtoff entbindet, welches auch die Temperatur, mithin auch die Spannkraft ſeyn mag, die es im Augenblick, wo ſeine Abkühlung anfängt, äußert, woraus dann umgekehrt folgt, daß ein und die nämliche Menge Wärmeſtoff hinreicht, einen Kilogramme Waſſerdunſt auf jeden beliebigen Grad der Spannkraft zu erhöhen, welches ohne Zweifel daher rührt, daß der Dunſt beym Wärmerwerden zugleich dichter wird, ſo daß die Verminderung des von ihm eingenommenen Raums ihm verſtattet, bey einer gleichen Menge von Wärmeſtoff eine größere Spannkraft zu äußern. Ein gleiches Reſultat hat Deſpretz für das Terpentinöl, den Alkohol und den Schwefeläther gefunden. Jedoch ſind die Phyſiker nicht einſtimmig über die völlige Schärfe dieſer Compenſation. Einige, wie Clement und Deſormes nehmen ſie für ſtreng an, d. h. nach ihrer Meinung würde ein Kilogramme Dunſt, im Eiscalorimeter verdichtet und ſo in tropfbare Flüſſigkeit von 0° verwandelt, ſtets dieſelbe Menge geſchmolzenen Eiſes geben, wie weit man auch vorher ſeine Temperatur erhöhet haben möchte. Dagegen glauben Andere, daß dieſe Beſtändigkeit nur inſofern Statt hat, als man von der geſammten Menge Wärmeſtoff, welche der Dunſt hergiebt, den Antheil abzieht, welchen er fahren läßt, indem er ſich als Dunſt zuſammenzieht, um auf die Temperatur herabzukommen, in welcher man ihn tropfbar macht. Dieſer Meinung iſt beſonders Southern zugethan, welcher die Beſtändigkeit des zum Flüſſigwerden nöthigen Wärmeſtoffs zuerſt entdeckte und bekannt machte. Die Verſchiedenheit dieſer Anſichten kann übrigens bey praktiſchen Anwendungen von keiner großen Erheblichkeit ſeyn, indem die Menge desjenigen Wärmeſtoffs, welcher durch die Zuſammenziehung des Dunſtes als Dunſt frey wird, immer nur ein ſehr kleiner Theil von demjenigen Wärmeſtoffe iſt, welcher ſich im Act des Flüſſigwerdens ſelbſt entbindet, allein in Anſehung der Phyſik iſt ſie der Folgerungen wegen, die ſie hinſichtlich der Beſchaffenheit

des Dunſtzuſtandes mit ſich führt, von großer Wichtigkeit.

Auch läßt ſich mittelſt des Rumford'ſchen Wärmemeſſers die Wärme ſchätzen, welche bey der Verbrennung frey wird. Man hat nämlich zu dieſer Abſicht nur nöthig, die Subſtanz, welche man dem Verſuch unterwerfen will, einige Zeit hindurch unter dem Mundſtück der Schlangenröhre brennen zu laſſen, ſie vor und nach der Verbrennung zu wägen, und zu beobachten, um wie viele Grade die Temperatur des Wärmemeſſers durch die verbrannte Subſtanz erhöhet worden iſt. Hiebey ſind die nämlichen Vorſichtsmaaßregeln als bey dem Verſuch mit dem Waſſerdampf anzuwenden, und die gefundenen Reſultate derſelben Rechnung zu unterwerfen.

In folgender Tafel ſind die Reſultate enthalten, welche Rumford mittelſt ſeines Apparats bey der Verbrennung verſchiedener Körper erhielt; zugleich ſind diejenigen mit beygefüget worden, die Lavoiſier und Laplace gefunden hatten. Alle Angaben ſind in Centeſimalgraden ausgedrückt, und die Wärmemenge, welche ein Gramme tropfbares Waſſer, indem es ſich um 1° abkühlet, entläßt, gleich 1 geſetzt:

Name der Subſtanzen	Temperaturerhöhung welche die Verbrennung von 1 Gramme einem Gramme Waſſer mittheilen würde	Bemerkungen
Waſſerſtoffgas	23400° Lavoi. u. Lapl.	
Olivenöl	11166 ebenſ.	
	9044 Rumford	
Weißes Wachs	10500 Lavoi. u. Lapl.	
	9479 Rumf.	
Gereinigtes Rüböl	9307 Derſ.	
Seife	8369 Derſ.	
	7186 Lavoi. u. Lapl.	
Schwefeläther	8030 Rumf.	ſpecif. Gew. 0,72834 bey 20°
Phosphor	7500 Lavoi. u. Lapl.	
Kohle	7226 Dieſelb.	
Naphtha	7338 Rumf.	. . . 0,82731 bey 131/3°
Alkohol von 42° des Ur.	6195 Derſ.	. . . 0,817624 }
Desgleichen mit mehr Waſſer	5422 Derſ.	. . . 0,84714 } b. 15°,5
Desgleichen v. 33° des Ur.	5261 Derſ.	. . . 0,85324 }
Eichenholz	3146 Derſ.	

Dividiret man die Zahlen dieſer Tafel durch 100, ſo bekommt man die Anzahl Grammen des Waſſers von 0°, welche ein Gramme von jeder Subſtanz durch ſein Verbrennen zum Sieden bringen würde, und dividiret man ſie mit 75, ſo hat man die Anzahl Grammen Eis von 0°, welche durch dieſe Verbrennung geſchmolzen werden würden.

Dulong und Petit haben bey ihren Unterſuchungen über die ſpecifiſchen Wärmen der einfachen Körper dieſe merkwürdige Entdeckung gemacht, daß die ſpecifiſche Wärme eines jeden einfachen Körpers mit deſſen ſtähiometriſcher Zahl multipliciret, beſtändig einerley Produkt giebt. M. ſ. Stähiometrie.

M. ſ. *Traité* de physique experim. et math. To. IV. Chap. V. S. 636 sqq. Lehrbuch der Experimentalphyſik von Biot überſ. v. M. Fechner. Leipz. 1825. B. IV. S. 270. Klaproths chemiſches Wörterbuch: Art. Wärmeſtoff. Handbuch der praktiſchen Chemie von Ure. Artikel Wärme.

Wärme, thieriſche (Zuſ. z. S. 454. Th. V.). Herr Brodie [a]) ſuchte, ſo wie ſchon Caverrhil gethan hatte, die Erzeugung der thieriſchen Wärme vorzüglich vom Nervenſyſtem abzuleiten. Er hatte nämlich bemerkt, daß Gifte, welche die Funktionen des Gehirns ſtören, das Vermögen des Thieres, Wärme zu entwickeln, in eben dem Verhältniſſe als die Senſibilität deſſelben abnimmt. Unterhält man aber während des Scheintodes, den das Gift bewirkt, durch eine künſtliche Reſpiration den Blutumlauf, ſo findet ſich die Erzeugung von Wärme eben ſo vollſtändig aufgehoben, als wenn man dem Thiere den Kopf abgeſchnitten hätte. Unterhält man das künſtliche Reſpiriren ſo lange, bis die Wirkungen des Giftes aufhören, ſo ſtellt ſich dann das Vermögen, Wärme zu erzeugen, in eben den Graden, als die Senſibilität wieder

---

a) Philos. Transact. for. 1812. P. 2. frey überſ. in Gilbert's Annalen d. Phyſik. B. XLVI. S. 80 ff.

ein. Aber nur erſt dann, wenn die ganze Kraft der Nerven wieder vorhanden iſt, wird Wärme in hinreichender Menge entwickelt, um den erkaltenden Einfluß der umgebenden Atmoſphäre aufzuwiegen.

Dieſe Bemerkungen gaben Herrn Brodie Veranlaſſung, Verſuche über den Unterſchied des natürlichen Einathmens, und des künſtlichen bey Thieren, bey welchen die Funktionen des Gehirns unterdrückt oder geſtöret waren, ſo wie über den Einfluß, welchen dieſes auf die Erzeugniß der thieriſchen Wärme hatte, anzuſtellen, wovon der Artikel: Athmen, Th. VIII. S. 110. f. nachzuſehen iſt.

Auch Herr Legallois *) hatte mehre Verſuche mit enthaupteten Thieren angeſtellt, deren Reſultate mit den des Herrn Brodie ſehr übereinſtimmend ſind. Es wurde durch ihn beſtätiget, daß enthauptete Thiere, welche man künſtlich athmen läßt, weit ſchneller erkalten, als diejenigen, welche frey athmen. Er zieht hieraus die Folgerung, daß die thieriſche Wärme nicht von der Reſpiration abhange. Den Grund dieſer Erſcheinung ſucht Legallois darin, daß die Luft, welche in die Lungen getrieben worden, um ſich zu erwärmen, den Körpern eine größere Menge Wärme entziehe, als durch die Bildung der Kohlenſäure erzeugt und dem Körper wiedergegeben werde.

Legallois machte außerdem noch folgende Bemerkung: wenn das Athmen enthaupteter Thiere künſtlich unterhalten wird, ſo wird das arterielle Blut während der Cirkulation nicht in venöſes verwandelt, indem das Blut der Hohlader genau mit dem arteriellen Blute übereinkam. Hieraus zieht er die Vermuthung, daß, da der ſpecifiſche Wärmeſtoff des arteriellen Blutes größer, als der des venöſen iſt, auch der Aufwand von Wärme größer, als in den gewöhnlichen Fällen ſeyn müſſe, ſo-

---

*) Annales de chemie et de physique To. IV. p. 113 sqq.

bald die Umänderung des arteriellen in venöſes Blut nicht Statt finde.

Nachdem Legallois die Reſpiration der Thiere dadurch beſchwerte, daß er ſie auf den Rücken legte, und ſie in dieſer Lage feſtband, ſo fand er die Temperatur derſelben um ein Bedeutendes vermindert, ſo daß ſie ſogar, wenn ſie eine hinreichend lange Zeit in dieſer Lage gelaſſen wurden, vor Kälte ſtarben.

Als er vergleichende Verſuche über das Athmen von Kaninchen in einem ungezwungenen Zuſtande und in einer Lage, wo ſie auf den Rücken liegend athmen mußten, anſtellte, bemerkte er, daß bey einer Temperatur von 50° die Menge des von ihnen verbrauchten Sauerſtoffs in der gezwungenen Lunge weit geringer war, als wenn ſie frey Athem holen konnten. War die Temperatur der Atmoſphäre ohngefähr 20 Grade, ſo war kein ſolcher Unterſchied bemerkbar, oder er war wenigſtens ſehr unbedeutend.

Je geringer die Menge des urſprünglich in der Luft, welche von den Thieren eingeathmet wurde, enthaltenen Sauerſtoffs war, um ſo größer war die Verminderung der Temperatur, welche ſie erlitten. Wurde atmoſphäriſche Luft verdünnt, und durch einen Zuſatz von kohlenſaurem Gas zu ihrer vorigen Dichte zurückgebracht, ſo war der Verluſt an Wärme, welchen die Thiere erfuhren, von welchen dieſes Gemenge eingeathmet wurde, am größten. Die Menge des kohlenſauren Gas in der eingeathmeten Luft, nahm jedoch nicht zu, ſondern vielmehr ab, ſo daß es demnach von dem Thiere mußte abſorbirt worden ſeyn. Auf dieſe Art wurde die Temperatur eines Hundes, der ein ſolches Gemenge drey Stunden lang einathmen mußte, um 25° vermindert; oder ſie ſank von 102° auf 78°. Die Temperatur einer Katze wurde unter denſelben Umſtänden von 104° auf 81°,5 herabgebracht, oder ſank um 22°,5.

Wurde die verdünnte atmoſphäriſche Luft, Statt mit kohlenſaurem Gaſe mit Stickgas gemengt, ſo war die

Verminderung der Temperatur, welche das Thier erfuhr, noch immer bedeutend, jedoch nicht ſo groß, als im vorhergehenden Falle. Am geringſten war dieſelbe, wenn man die Thiere verdünnte atmoſphäriſche Luft athmen ließ. Wurde aber dieſe ſo ſehr verdünnt, daß das Barometer um 11 Zoll ſank, ſo erfolgte in manchen Fällen dennoch eine ſo bedeutende Verminderung der Temperatur des Thieres, daß der Tod erfolgte.

Bey dieſen Verſuchen wurde die Temperatur der Thiere ſo beſtimmt, daß eine Thermometerkugel in eine kleine Oeffnung geſenkt wurde, die in die Haut der Bruſt geſchnitten worden. Legallois bemerkte auch, daß Hunde und Katzen eine weit größere Menge Sauerſtoff in Vergleichung mit ihrem Gewichte verzehren, als Kaninchen.

Der Herr Dulong *) führet an, daß die Herren Lavoiſier und Laplace die thieriſche Wärme aus der Verbrennung des Kohlenſtoffs und des Waſſerſtoffs beym Athmen abgeleitet hätten. Dieſe Annahme wurde lange Zeit darnach vielfältig beſtritten, und von Mehreren, wie eben angeführet worden, die Quelle des größten Theils der thieriſchen Wärme im Gehirn oder in den ſympatiſchen Nerven geſucht. Jetzt hat Dulong durch Verſuche genau zu beſtimmen geſucht

1. die von einem Thiere während einer beſtimmten Zeit entwickelten Wärme,

2. die Menge der in derſelben Zeit gebildeten Kohlenſäure, und die daraus nothwendig hervorgehende Wärme.

Sein Apparat beſtand aus einem Calorimeter, worin ſich das zu beobachtende Thier befindet, verbunden mit zwey Glasbehältern, deren eines die zum Athmen des Thieres nöthige Luft mit gleich bleibenden Zuſtrömen lieferte, während der andere die aus dem calorimetriſchen Apparate austretende, ausgeathmete Luft aufnahm.

---

*) Bullet. de la societé medicale. 1823. im Ausz. in Schweigger's Journal. B. XXXVIII. S. 505.

Aus einer großen Reihe von Verſuchen ergeben ſich folgende Reſultate:

1. Daß die von Pflanzentheilen ſich nährenden Thiere (Kaninchen, Tauben, Puter u. ſ. f.) eine Menge Kohlenſäure hervorbringen, welche beynahe dem Volumen des verſchwundenen Oxygens gleich kommt.

2. Daß die fleiſchfreſſenden Thiere (Hunde, Katzen u. ſ. f.) weit mehr Oxygen verbrauchen, und die dabey gebildete Kohlenſäure nur halb ſo viel, als das verſchwundene Oxygen, beträgt.

3. Daß die bey Bildung der Kohlenſäure durch das Athmen der fleiſchfreſſenden Thiere ſich entwickelnde Wärme zwiſchen 0,40, 0,49 und 0,55 von der ſämmtlichen durch das Thier während der Zeit hervorgebrachten Wärmemenge ausmacht.

4. Das Verhältniß iſt bey den Pflanzenfreſſenden Thieren 0,60 bis 0,70.

5. Wenn man endlich und nach Lavoiſier und Laplace Angaben die Menge des beym Athmen ſich bildenden Waſſers und der dadurch hervorgebrachten Wärme berechnet, und dieſe Wärmemenge zu der bey der Verbrennung des Kohlenſtoffs ſich bildenden hinzufügt, ſo erhält man die ſämmtliche durch das Athmen entwickelte Wärme, welche bey den von Pflanzenſtoffen ſich nährenden Thieren 0,70 bis 0,75 und bey den fleiſchfreſſenden Thieren 0,75 bis 0,80 von der ſämmtlichen thieriſchen Wärme beträgt, ſo daß im Durchſchnitt das Athmen nur 75 Procent oder $\frac{3}{4}$ der thieriſchen Wärme hervorbringt.

Wärmeerreger, Calorimotor (Calorimotor). In dem Artikel: Feuerzeug, galvaniſches (Th. IX. S. 61.) iſt bereits eine Vorrichtung dieſer Art von D. Wollaſton beſchrieben worden. Nach der Zeit hat Rob. Hare *) in Philadelphia unter dem Namen eines

*) *Silliman's* American Journal of Sciences and Arts. Vol. III. p. 105.

Calorimotors einen eigenen elektriſchen Apparat angegeben, welcher durch ſeine Entladung ſehr hohe Temperaturen bewirket. Die erſte Einrichtung dieſes Werkzeuges beſtand in Zink- und Kupferplatten, welche ſpiralförmig gerollt waren, ſo daß das Zink von beyden Seiten mit Kupfer umgeben ward, welches letztere allein die äußerſte Reihe bildete. Die Zinkplatten 9 und 6 Zoll Seite, und die Kupferplatten 14 und 6 Zoll; und das ſpiralförmig daraus zuſammengerollte Paar $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer. Die gegenſeitige Berührung der Platten wird durch kleine hineingeſetzte gefirnißte Stäbe verhindert, welche ſie höchſtens $\frac{1}{4}$ Zoll von einander entfernt halten. Die Paare werden an einer hölzernen Stange neben einander befeſtiget, ſo daß ſie auf einmal herausgezogen werden können. Anfänglich ſetzte Hare ein jedes dieſer Paare in ein beſonderes kleines cylindriſches Gefäß von Glas, nachher fand er aber, daß ſie ganz gut in einen gemeinſchaftlichen Trog von Holz, ohne alle Art von Ableitung zwiſchen den Paaren, geſtellt werden können. Um die Pole in größere Nähe an einander zu bringen, vertheilte er die Anzahl der Paare in zwey Tröge, welche zur Seite von einander auf 6 Zoll Entfernung geſtellt wurden, weil er fand, daß eine einfache Scheidewand zwiſchen beyden Reihen, in demſelben Trog, nicht hinreichte, die elektriſche Kraft von den Polen an dem Ende zu iſoliren, wo dieſe neben einander gelegen waren. Das Werkzeug erhielt 80 Paare, 40 in jedem Trog.

Hare hat nachher die Conſtruction dieſes Calorimotors auf dieſe Weiſe vereinfachet [a]), daß er gerade vierſeitige Zinkbleche von 7 und 3 Zoll Seite nahm, und ſie in eine Hülſe oder Käſtchen von Kupfer ohne Deckel und Boden einſchloß, ſo daß das Kupfer höchſtens $\frac{1}{4}$ Zoll von der Oberfläche des Zinks entfernt ſteht, und

---

a) *Silliman's* American Journal of Sciences and Arts. Vol. V. p. 97.

die Zinkſcheibe mittelſt eines Holzſtückchens, das für den Rand der Zinkſcheibe einen der Länge nach gehenden Einſchnitt hat, von der Berührung mit dem Kupfer abgehalten wird. Alle dieſe Kupferhülſen werden mittelſt eines dünnen Blattes Pappe, das in Lackfirniß getaucht und getrocknet, und zwiſchen eine jede von ihnen gebracht wird, dicht neben einander gelegt, ſo daß alles eine einzige zuſammenhangende Maſſe bildet, in welche das Waſſer blos zwiſchen den Metallen hineindringen kann, wenn ſie in den Trog eingeſenkt wird. Dieſe Vorrichtung iſt weit leichter, als die frühere zu bewerkſtelligen. Die Leitung, welche das Zink des einen Paares mit dem Kupfer des andern verbindet, wird erſt dann gemacht, wenn die Paare auf die angeführte Weiſe zuſammengeheftet ſind. Die Tröge ſind von Holz und ſo geſtellt, daß ſie höher und niedriger gemacht werden können, während dagegen die zuſammengehaltenen Paare unbeweglich ſitzen.

Um, von den Polen zu den Körpern, auf welche man die Elektricität einwirken laſſen will, die Leitung zu bewirken, bedient ſich Hare ſehr ſtarker bleyerner Drähte, welche an dem Kupfer des letzten Paares angelöthet, und an dem andern Ende mit einer Handhabe von Holz verſehen ſind, weil ſie oft während der Entladung ſo heiß werden, daß ſie nicht mehr mit den Händen gehalten werden können. Dieſe Handhaben enthalten zugleich kleine Zangen, womit Körper in leitende Verbindung mit dem Bleydraht angedrückt werden können, und in den Fällen, wo man mit Holzkohlen operiren will, löthet man an den Bleydraht einen an ſeinem Ende verzinnten Meſſingcylinder, in welchen die Kohle eingeſchloſſen wird, weil ſie, von Bley umgeben, ſogleich das Bley ſchmelzen würde.

Hundert Paare von dieſem Apparat wirken weit ſtärker, als der vorhergehende mit 80, obgleich der letztere mehr Metall und eine größere oxydirbare Oberfläche beſitzt. Mit einem Calorimotor von 250 Paaren, welche

auf die angeführte Art conſtruirt, und zwiſchen zwey in eine Spitze ausgeſchnittenen coniſchen Kohlen entladen wird, entſteht ein Bogen eines elektriſchen Entladungslichtes von ¾ bis 1 Zoll Länge, und das Licht davon iſt ſo intenſiv, daß man es mit bloßen Augen nicht betrachten kann, ſondern durch verdunkelnde Mittel, wie wenn man in die Sonne ſieht, anſchauen muß. Hare, ſo wie alle diejenigen, welche mit ihm das erſte Mal ihre Augen dem Einfluß dieſes ungewöhnlichen Lichtes ausſetzten, bekamen entzündete Augen; Hare litt dadurch ſo, daß er einige Wochen das Tageslicht nicht ertrug, ob er ſich gleich bey ſeinen Verſuchen mit dem Knallgebläſe an das ſtarke Licht, welches dieſes hervorbringt, gewöhnt hatte.

Mit dieſer elektriſchen Säule von 250 Paaren, der er den Namen Deflagrator gab, erhielt Hare außerdem erſtaunungswürdige Wirkungen, die ſelbſt die mit der großen Children'ſchen Batterie erhaltenen bey weitem übertrafen. Sie wurden insgeſammt von Silliman aufs vollkommenſte beſtätiget. Dieſer wollte dabey auch verſuchen, die Wirkungen des Calorimotors dadurch zu verſtärken, daß er denſelben mit einem gewöhnlichen Trogapparat von 300 Plattenpaaren von 4 Zoll Seite verband, fand aber, daß der eine die Wirkſamkeit des andern gänzlich aufhob, ſo daß kaum ein Funken mehr erhalten werden konnte, Waſſer kaum merkbar zerſetzt und der elektriſche Schlag wenig fühlbar wurde. Wurden die Platten aus dem Trog des Calorimotors herausgehoben und in der Luft aufgehängt, ſo theilten ſich die Wirkungen des Trogapparats denſelben mit, wie einem andern Leiter, ſo wie ſie aber wieder herabgelaſſen wurden, ſo daß ſie einen Zoll tief in die Flüſſigkeit des Trogs zu ſtehen kamen, ſo wurden die Wirkungen des Trogapparats vernichtet. Da dies Silliman als eine mögliche Wirkung davon anſah, daß der Calorimotor ſeine Paare in einer zuſammenhangenden Schichte ſtehen hatte, ließ er die Platten des gewöhnlichen Trogap-

parats auf dieſelbe Weiſe in einen Trog ohne Abtheilung einſenken; die Wirkung davon war aber ganz dieſelbe, und das Reſultat blieb unverändert, es mochten die gleichnamigen oder ungleichnamigen Pole der beyden Apparate mit einander verbunden werden. Aus dieſem ſonderbaren Verhalten ſchließt Silliman, daß die Dazwiſchenkunft einer gewöhnlichen elektriſchen Säule zwiſchen die Pole des Calorimotors blos wie ein nichtleitendes Hinderniß wirkt, daß beyde ohne Wirkung auf einander ſind, und daß bey dieſen zwey Apparaten die wirkende Kraft des einen nicht im Stande iſt, durch den andern hindurchzugehen.

Hare ſuchte dieſes Verhalten als eine Folge einer Theorie abzuleiten, welche er ſich zur Erklärung der voltaiſch-elektriſchen Erſcheinungen ſchon früher entworfen hatte, und nach welchen er die dabey zum Vorſchein kommende Elektricität, Licht und Wärme, als beſondere Körper betrachtet, deren relative Verhältniſſe nach verſchiedenen Umſtänden und verſchiedenen conſtruirten Apparaten veränderlich ſeyn können. In den trockenen oder Deluc'ſchen Säulen, in welchen blos elektriſche Abſtoßungen und Anziehungen, ohne alle chemiſche Thätigkeiten und ohne merkbares Licht und Wärme, wirkſam ſind, wird allein Elektricität erweckt; in dem einfachen galvaniſchen Paar, wie z. B. in Wollaſton's elektriſchem Fingerhut, wo ein Metalldraht glühend wird, und wo kein Inſtrument, mit welchem Elektricität ſich zu erkennen giebt, die geringſten Zeichen einer elektriſchen Vertheilung zeigt, ſind blos Licht und Wärme das Wirkende. In allen verſchiedenen Apparaten, welche zwiſchen dieſen beyden Extremen ſich conſtruiren laſſen, findet man Elektricität, Licht und Wärme zuſammenwirkend, aber in verſchiedenen Verhältniſſen. Es iſt daher nach Hare möglich, daß in dem Deflagrator mehr Wärme als Elektricität im Umlaufe iſt, während in dem gewöhnlichen Trogapparat mehr Elektricität, als Wärme circulirt, und da keiner von beyden den Ueberſchuß des andern durch-

laſſen kann, ſo geht die wirkende Kraft des einen nicht durch den andern hindurch. Berzelius bemerket hiebey, daß dieſe Anſicht zwar zur Erklärung der paradoxen Erſcheinung hinzureichen ſcheine; ob ſie aber deswegen richtig ſey, das ſey eine andere Frage. Die magnetiſchen Erſcheinungen, welche ſich im Gefolge des elektriſchen Zuſtandes eben ſo wol und auf dieſelbe Weiſe in dem einfachen Funken der Reibungs-Elektricität, wie in dem galvaniſchen Paare fänden, ſchienen zu zeigen, daß magnetiſche Polarität, Elektricität, Licht und Wärme immer auf gleiche Weiſe einander begleiteten, und daß mithin die wirkende Kraft immer dieſelbe ſey, wie ſie auch erweckt werden möge. Auf der andern Seite ſchienen Silliman's Verſuche, wenn ſie ſich beſtätigten, aus dem, was wir nun von dem elektriſchen Zuſtand der Säule wüßten, nicht erkläret werden zu können.

Bey den Verſuchen mit dem Calorimotor glaubte Hare, wenn derſelbe durch Kohlenſpitzen entladen wurde, gefunden zu haben, daß die Kohle erweicht und breyförmig wurde, und daß, wenn Eiſen und Kohle gegeneinander im luftleeren Raum die Entladung bewirkten, die Atmoſphäre um ſie herum ſich entzündete, wenn Luft hineingelaſſen wurde, und ein röthlicher Rauch ſich bildete, der ſich auf dem Glaſe abſetzte, und Eiſenoxyd zu ſeyn ſchien. Hare zog hieraus die Folge, daß die Hitze ſo ſtark geweſen ſey, daß ſie eine Atmoſphäre von gasförmigen Eiſen hervorbrachte. Silliman, welcher die Entladung mit Kohlenſpitzen gegen einander wiederholte, fand, daß an der poſitiven Spitze beſtändig ein Auſflug von Kohle ſich ſammlete, welcher ſich vermehrte, bis durch dieſe Verlängerung eine Berührung zwiſchen beyden hervorgebracht wurde, indeß an der negativen Kohle, der Spitze der poſitiven gerade entgegen, eine koniſche Vertiefung ſich bildete, ſo daß ganz deutlich ein Ueberführen von Kohlentheilen von der negativen zu der poſitiven Seite Statt gefunden hatte. An jeder Stelle der negativen Kohle, gegen welche die Spitze der poſitiven ge-

halten wurde, entſtand die koniſche Vertiefung und die Ueberführung von Kohlentheilen zu der poſitiven Seite. Als er einen Theil der auf dieſe Art fortgeführten Kohle ſammlete, und ſie mit dem Vergrößerungsglaſe betrachtete, fand er, daß ſie ein von der gewöhnlichen Holzkohle ganz verſchiedenes Ausſehen hatte, daß ſie grau war, metalliſch glänzend, aus vielen zuſammen geſinterten ſphäriſchen Oberflächen beſtehend, und ſo ſchwer, daß wenn Theile der unveränderten Kohle zugleich damit gemengt wurden, dieſe weggeblaſen werden konnten, während die Theile der veränderten zurückblieben; kurz die Kohle hatte eine wirkliche Schmelzung erlitten. Den Unterſchied im Ausſehen zwiſchen der geſchmolzenen und der nicht geſchmolzenen Kohle kann man jedoch, wegen des kleinen Volumens des geſchmolzenen Theils, nur unter einem guten Mikroſkop ſehen. Daß die Aſche in der Kohle nicht Urſache dieſer Erſcheinung war, ſieht man daraus, daß ſich dieſelbe eben ſo zeigte, wenn zuvor die Aſche durch chemiſche Mittel herausgezogen worden war. Bey dieſer Gelegenheit findet Berzelius Folgendes zu erinnern nöthig:

1. daß das Ueberführen der Kohle von der negativen zur poſitiven Seite gewiß nicht beweiſe, daß blos in dieſer Richtung ein elektriſcher Strom gehe. Das Wandern ſcheine hier von der Geneigtheit der elektro-negativen Kohle herzurühren, ſich dem poſitiven Leiter zu nähern, gerade wie ſich, zwiſchen zwey entgegengeſetzt elektriſchen Conduktoren, der Lampenruß auf den poſitiven Leiter niederſchlage, und der Rauch des brennenden Kaliums auf den negativen.

2. daß die geſchmolzene Maſſe wol nicht als reine Kohle im geſchmolzenen Zuſtand zu betrachten ſey, ſondern als ein graphitähnliches Carburetum von Silicium und vielleicht noch andern in der Kohle befindlichen reducirbaren metalliſchen Stoffen.

Wenn der Deflagrator durch Menſchenhände entladen wird, ſo giebt er keinen eigentlichen Stoß, aber eine ſchmerzhafte Empfindung, welche von gleicher Beſchaffenheit im erſten Augenblick iſt, wie nachher, wenn die Kette geſchloſſen iſt, und ſo bedeutend ſchmerzhafter auf der poſitiven Seite, daß Perſonen, welche die Pole nicht unterſcheiden konnten, dieſelben daran erkannten.

M. ſ. Jahres Bericht über die Fortſchritte der phyſiſchen Wiſſenſchaften von Jac. Berzelius aus den Schwed. überſetzt von C. G. Gmelin. Dritter Jahrg. Tübingen 1824. 8. S. 19 ff.

Waſſer (Zuſ. z. S. 500. Th. V.). Da bey verſchiedenen Temperaturen unter einerley Druck das Waſſer auch verſchiedene Dichtigkeit beſitzet, ſo ſieht man leicht, daß das Gewicht deſſelben unter dieſen Umſtänden, ſo wie ſein Volumen, welches es einnimmt, verſchieden ſeyn müſſe. Bey einer großen Menge möglichſt genauer Verſuche wird aber eine genaue Kenntniß des wahren Volumens und des Gewichts des Waſſers unumgänglich erfordert. Um alſo dieſen Bedingungen zu genügen, müſſen bey den veränderten Wärmegraden die Volumen und Dichtigkeiten des Waſſers bekannt ſeyn. Die Herren Deflérs und Pouillet [a]) haben daher zu dieſer Abſicht folgende Tafel nach einer Formel von Biot berechnet, welche ſich auf die Erfahrungen des Herrn de Luc gründet. Die Temperaturgrade ſind übrigens nach der Reaumur'ſchen Skale angegeben:

---

a) *Biot* traité de physique exper. et mat. To. I. p. 425.

Temperat. d. Waſſers	Volumen	Dichtigkeit	Temperat. d. Waſſers	Volumen	Dichtigkeit
0	1,00000000	1,0000000	40	1,01229496	0,9878544
1	0,99995523	1,0000447	41	1,01292812	0,9872370
2	0,99993058	1,0000694	42	1,01357490	0,9866096
2,736	0,99992521	1,0000746	43	1,01423514	0,9859646
3	0,99992589	1,0000739	44	1,01490866	0,9853103
4	0,99994099	1,0000593	45	1,01559531	0,9846441
5	0,99997571	1,0000241	46	1,01629494	0,9839665
6	1,00002990	0,9999700	47	1,01700736	0,9832771
7	1,00010340	0,9998966	48	1,01773243	0,9825766
8	1,00019604	0,9998041	49	1,01846998	0,9818648
9	1,00030766	0,9996925	50	1,01921984	0,9811425
10	1,00043890	0,9995620	51	1,01998187	0,9804094
11	1,00058718	0,9994131	52	1,02075589	0,9796660
12	1,00075476	0,9992457	53	1,02154173	0,9789124
13	1,00094067	0,9990600	54	1,02233925	0,9781423
14	1,00114474	0,9988564	55	1,02314826	0,9773754
15	1,00136682	0,9986350	56	1,02396662	0,9765923
16	1,00160674	0,9983938	57	1,02480016	0,9758003
17	1,00186435	0,9981390	58	1,02564272	0,9749982
18	1,00213946	0,9978650	59	1,02649613	0,9741877
19	1,00243194	0,9975739	60	1,02736042	0,9733683
20	1,00247116	9,9972633	61	1,02823487	0,9725403
21	1,00306829	0,9969411	62	1,02911988	0,9717040
22	1,00341185	0,9965997	63	1,03001508	0,9708595
23	1,00377212	0,9962419	64	1,03092034	0,9690071
24	1,00414893	0,9958681	65	1,03183547	0,9691467
25	1,00454211	0,9954783	66	1,03276031	0,9682788
26	1,00495152	0,9950729	67	1,03369472	0,9674035
27	1,00537698	0,9946517	68	1,03463853	0,9665212
28	1,00581832	0,9942154	69	1,03559156	0,9656317
29	1,00627540	0,9937637	70	1,03655366	0,9647353
30	1,00674805	0,9932970	71	1,03752464	0,9638326
31	1,00723610	0,9928159	72	1,03850440	0,9692232
32	1,00773939	0,9923200	73	1,03949272	0,9620076
33	1,00825777	0,9918098	74	1,04048948	0,9610860
34	1,00879106	0,9912856	75	1,04149451	0,9591585
35	1,00933910	0,9907473	76	1,04250755	0,9592256
36	1,00990174	0,9901952	77	1,04352856	0,9582872
37	1,01047881	0,9896298	78	1,04455740	0,9573433
38	1,01107014	0,9890512	79	1,04559357	0,9563945
39	1,01167558	0,9884592	80	1,04663760	0,9554406

Der Herr Prof. Hällſtröm α) zu Abo hat dieſen wichtigen Gegenſtand einer neuen Prüfung unterworfen, und gefunden, daß die bisherigen Angaben von der größten Dichtigkeit des Waſſers und der Ausdehnung des=

β) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXXVII. S. 129 ff.

ſelben bey verſchiedenen Wärmegraden noch nicht genau genug ſeyen. Bey ſeinen Unterſuchungen ſuchte er zuerſt alle diejenigen Vorſichtsmaßregeln anzuwenden, welche zur genauen Anſtellung der zur Erlangung dieſes Zwecks erforderlichen Verſuche nothwendig ſind; dann richtete er vorzüglich ſeine Aufmerkſamkeit auf die Correction, welcher das Reſultat des Verſuchs, wegen Ausdehnung des gebrauchten Hülfskörpers unterworfen werden muß, und leitete zuletzt hieraus Formeln ab, um die Reſultate des Verſuchs genau zu berechnen. Folgende Tafel liefert nach dieſen Beſtimmungen die Volumen und Dichtigkeiten des Waſſers von 0° bis 30° Cent.

Temperat. d. Waſſers	Volumen	Dichtigkeit	Temperat. d. Waſſers	Volumen	Dichtigkeit
0° Cnt.	1,0000000	1,0000000	15°	1,0006273	0,9993731
1	0,9999536	1,0000466	16	1,0007666	0,9992340
2	0,9999202	1,0000799	17	1,0009176	0,9990832
3	0,9998996	1,0001004	18	1,0010805	0,9989207
4	0,9998918	1,0001817	19	1,0012548	0,9987468
4,1	0,9998177	1,0001824	20	1,0014406	0,9985615
5	0,9998968	1,000132	21	1,0016379	0,9983648
6	0,9999144	1,0000856	22	1,0018465	0,9981569
7	0,9999445	1,0000555	23	1,0020664	0,9979379
8	0,9999872	1,0000129	24	1,0022976	0;9977077
9	1,0000421	0,9999579	25	1,0025398	0,9974666
10	1,0001094	0,9998906	26	1,0027932	0,9972146
11	1,0001888	0,9998112	27	1,0030575	0,9969518
12	1,0002804	0,9997196	28	1,0033328	0,9966783
13	1,0003841	0,9996160	29	1,0036189	0,9963941
14	1,0004997	0,9995005	30	1,0039160	0,9960993

bey einer wahrſcheinlichen Unſicherheit = 0,0000035 in den Dichtigkeiten.

Da in ſehr vielen Fällen auch die Dichtigkeiten und die Volumen des Waſſers von deſſen größter Dichte an gerechnet nöthig ſind, ſo hat Hällſtröm noch folgende Tafel berechnet, worin beyde für + 4,1° C. = 1 geſetzt ſind

Temperat.	Volumen	Dichtigkeit	Temperat.	Volumen	Dichtigkeit
0°	1,0001082	0,9998918	15	1,0007357	0,9992647
1	1,0000617	0,9999382	16	1,0008747	0,9991260
2	1,0000281	0,9999717	17	1,0010259	0,9989752
3	1,0000078	0,9999920	18	1,0011888	0,9988125
4	1,0000002	0,9999995	19	1,0013631	0,9986387
4,1	1,0000000	1,0000000	20	1,0015490	0,9984543
5	1,0000050	0,9999950	21	1,0017560	0,9982570
6	1,0000226	0,9999772	22	1,0019549	0,9980489
7	1,0000527	0,9999472	23	1,0021764	0,9978300
8	1,0000954	0,9999044	24	1,0024058	0,9976000
9	1,0001501	0.9998497	25	1,0026483	0,9973587
10	1,0002200	0,9997825	26	1,0029016	0,9971070
11	1,0002970	0,9997030	27	1,0031662	0,9968439
12	1,0003888	0,9996117	28	1,0034414	0,9965704
13	1,0004924	0,9995080	29	1,0037274	0,9962864
14	1,0006081	0,9993922	30	1,0040245	0,9959917

(Zuſ. z. S. 512. Th. V.). Die bisherigen Reſultate, welche die Phyſiker durch Verſuche mit verſchiedenen Vorrichtungen über die Zuſammendrückung des Waſſers und der tropfbaren Flüſſigkeiten überhaupt ausgemittelt hatten, ſchienen noch manchen Zweifeln unterworfen zu ſeyn. Daher haben ſich in den neuern Zeiten einige Phyſiker die Mühe gegeben, neuere Werkzeuge anzugeben, bey welchen die Zuſammendrückbarkeit der tropfbaren Flüſſigkeiten auch durch die kleinſten Druckhöhen anſchaulich gemacht werden könnten.

Herr Jam. Perkins *) bewirkte einen Druck von mehr als 300 Atmoſphären. Er bediente ſich hiezu folgendes Apparats: die fig. 33. ſtellt denſelben in der Hälfte der wahren Größe vor, und beſteht aus einem kleinen für Waſſer undurchdringlichen Cylinder, deſſen Seitenwände bey D etwas abgeplattet ſind, damit ſie nicht reißen mögen, wenn nach aufgehobener Preſſung das im Cylinder enthaltene verdichtete Waſſer ſich wieder ausdehnet. Durch die Kappe C, welche den Cylinder oben verſchließt, geht eine enge Röhre E, vor deren unterm Ende ein nach Innen ſich öffnendes und durch eine Springfeder angedrucktes Kegelventil angebracht iſt.

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXXII. S. 173 ff.

Nachdem man den Cylinder durch dieſe Oeffnung E ganz mit Waſſer angefüllt hatte, deſſen Gewicht genau bekannt war, wurde er in Gegenwart mehrer Gelehrten unter die Bramah'ſche Waſſerpreſſe gebracht. Der darauf verſuchte Druck betrug ohngefähr 329 Atmoſphären, und nachher wurde der Druckmeſſer herausgenommen und gewogen. Das Gewicht deſſelben fand ſich um 3½ Procent vermehrt. Zuvor war das Waſſer gekocht worden, und man hatte es alsdann bis 48° Fahr. erkalten laſſen, und erhielt es in dieſer Temperatur während des Verſuchs. Uebrigens meinet Perkins, es werde ſich mittelſt eines Apparats mit ganz metallenen flexiblen Kolben noch ein weit höherer Druck, als in der hydrauliſchen Preſſe hervorbringen laſſen, und er hoffte ihn bis zum 2000 bis 3000fachen des Luftdrucks treiben zu können, ehe die metalliſchen Kolben durch denſelben zerſtört werden würden.

Vor kurzen hat Perkins Waſſer durch einen Druck von 2000 Atmoſphären um $\frac{1}{12}$ ſeines Umfanges zuſammengedrückt. Unter dieſem hohen Drucke kryſtalliſirte Eſſigſäure und atmoſphäriſche Luft und gekohltes Waſſerſtoffgas wurden in demſelben Apparat tropfbar flüſſig.

Ueberdem erzählt Perkins noch, daß er auf der Ueberfahrt nach England mehre Verſuche mit leeren Porter-Flaſchen aus ſehr ſtarkem Glaſe angeſtellet habe. Er ſuchte unter andern die ſtärkſte Porter-Flaſche aus, pfropfte den Hals mit einem Korke zu, der einen ſtarken Kopf hatte, überband ihn mit ſechs Lagen aus feiner in einer Miſchung von Theer und Wachs gemachten Leinwand und mit einer Decke von Leder darüber, und ließ ſie 270 Faden tief in das Meer hinab. So wol die Flaſche als die Verſchließungen des Korkes kamen unbeſchädiget wieder herauf, und als letztere lagenweiſe wieder fortgenommen wurden, zeigten keine derſelben eine Spur von Feuchtigkeit; und doch war die Flaſche bis auf 1 Zoll weit vom Pfropfen mit Waſſer angefüllt. Als das Waſſer aus der Flaſche in ein Glas gegoſſen

wurde, braußte es auf wie ein mit Gas geſchwängertes Waſſer.

Als zwey ſtarke Flaſchen in einem Sack aus feſter Leinwand 500 Faden tief in das Meer herabgelaſſen wurden, kam die eine, welche mit einem eingeriebenen Glasſtöpſel verſchloſſen, und gehörig überbunden war, in tauſend Stücke zerbrochen herauf, indeß die andere mit Kork zugepfropfte und eben ſo überbundene, die man nur kurze Zeit unten ließ, wohl erhalten war. Sie enthielt 1½ Zoll hoch Waſſer, und ihr Korkſtöpſel war in die Flaſche hineingepreßt worden, die mit Kitt verſehenen Lagen Leinwand aber hatten dem Drucke widerſtanden, und waren an der Oberfläche nur etwas einwärts vertieft.

Auch hat der Herr Prof. Pfaff in Kiel *) eine eigene Vorrichtung angegeben, die Zuſammendruckung der tropfbaren Flüſſigkeiten damit durch die geringſte Kraft bemerklich zu machen und zu meſſen. Es beſteht dieſelbe (fig. 34.) aus einer ſtarken gläſernen Glocke AB, welche 6½ Zoll bis zu ihrem Halſe, und 5 Zoll drey Linien bis zu der halbkugelförmigen Wölbung hoch iſt, und 4 Zoll im Durchmeſſer hat. Sie iſt in einen ſtarken meſſingenen Boden LL vollkommen waſſer- und luftdicht eingekittet. Unten auf den Boden befindet ſich eine durch eine Schraube C ganz genau zu verſchließende Oeffnung, durch welche die Flüſſigkeit aus der Glocke abgelaſſen werden kann. Von dem Teller führt eine unter einem rechten Winkel gebogene, ſtarke meſſingene Leitungsröhre CC′C″ bis zu einem meſſingenen Hahne b, welcher genau ſchließt; ein ähnlicher meſſingener Hahn a iſt mit der meſſingenen Faſſung verbunden, welche ganz vollkommen auf den engen Hals der Glocke gekittet iſt. Auf dieſe Weiſe läßt ſich die Glocke auf beyden Seiten genau verſchließen. In das Meſſingſtück, in welchem ſich der Hahn b befindet, iſt aufs genaueſte eine Glasröhre FG von etwas mehr als 28 Zoll Länge und 4 Linien Weite eingekittet, welche

*) Gilbert's Annalen d. Phyſik B. LXXII. S. 161 ff.

oben mit einem Trichter verſehen iſt. Auf gleiche Weiſe iſt auf die mit dem Hahne a verſehene meſſingene Faſſung des Halſes der Glocke, ein Haarröhrchen DE angebracht, welches Pfaff das Steigrohr des Inſtruments nennt. An der Glasröhre FG befindet ſich eine bis auf Viertell-Zolle eingetheilte Skale; in der Skale des Steigerohrs iſt der Zoll in Linien abgetheilt, und laſſen ſich durch einen Vernier noch die Zehntheile der Linie genau beſtimmen.

Der Gebrauch dieſes Apparats iſt folgender: Zuerſt werden die Hähne a und b geöffnet, und man füllt dann durch den Trichter G die Flüſſigkeit hinein, deren Zuſammendruckbarkeit man unterſuchen will, bis die Glocke AB ganz damit angefüllt iſt, und die Flüſſigkeit in der Röhre FG bey o ſteht. Bey dieſem Fällen iſt einige Vorſicht nöthig, damit nirgends eine Luftblaſe zurückbleibe. Die Flüſſigkeit ſteht in dem Steigerohre wegen der Haarröhrchenkraft etwas höher, als in der Röhre FG; da aber dieſer Unterſchied für jeden Stand im Steigerohre unverändert bleibt, ſo kommt er nicht in Betracht. Nun dreht man den Hahn a zu, ſo daß die Verbindung der Glocke mit dem Steigerohre aufgehoben iſt, und gießt dnrch den Trichter neue Flüſſigkeit zu bis zu einer beliebigen Höhe. Man fange mit einer ſo kleinen Druckhöhe an, als man will, z. B. mit einem $\frac{1}{4}$ Zolle. Iſt das Waſſer durch einen ſo kleinen Druck ſchon merklich zuſammendrückbar, ſo wird die Flüſſigkeit in der Glocke AB nun etwas verdichtet und ein Theil der Flüſſigkeit in dieſelbe übergegangen ſeyn; ſchließt man dann dem Hahn b ab, ſo bleibt ſie alsdenn in dieſem Zuſtande der Verdichtung, in welchen ſie durch den Druck, der auf ſie gewirkt, verſetzt worden war. Oeffnet man darauf den Hahn a, ſo muß die Flüſſigkeit, wenn ſie vollkommen elaſtiſch iſt, ſich um eben ſo viel ausdehnen, als ſie zuſammengedrückt worden war, und es muß ein Theil derſelben in das Steigerohr übergehen. Da man die Feinheit des Steigerohrs im Verhältniß mit dem Inhalt

der Glocke beliebig wählen, oder letztere groß genug, nehmen kann, ſo ſieht man leicht, daß auch eine in Beziehung auf das urſprüngliche Volumen der Flüſſigkeit faſt verſchwindende Verdichtung nach merklich gemacht werden könne. Auch ſieht man, daß ſich der Verſuch mit demſelben Drucke ſo oft wiederholen läßt, als man will. Da die Flüſſigkeit ſich nach dem erſten Verſuche wieder ausdehnet, ſo hat man nur nöthig, den Hahn a wieder zu verſchließen und den Hahn b wieder zu öffnen. Es erneuert ſich dabey der Druck, die Flüſſigkeit wird wieder eben ſo ſtark, als zuvor, zuſammengedruckt, und hat man die Röhre FG nicht zu enge genommen, ſo wird, beſonders bey kleinen Druckhöhen, die Höhe der Flüſſigkeit unmerklich abgenommen haben, weil in ſolchen Fällen die Verdichtung höchſt wenig beträgt, und alſo aus der Röhre nur eine ungemein kleine Waſſermenge in die Glocke übergeht.

Um die Größe der Zuſammendrückung aufs genaueſte zu meſſen, muß man den Inhalt der Glocke zwiſchen den beyden Hähnen a und b genau kennen, ſo wie den Inhalt des Steigerohrs oder den Werth eines Zolles oder einer Linie deſſelben in Theilen des Inhalts der Glocke. Am ſicherſten läßt ſich dies durch Abwägungen der Waſſermenge, welche zur Füllung der Glocke ſo wol als des Steigerohrs erforderlich iſt, beſtimmen.

Um endlich auch allen Einfluß äußerer Wärme abzuhalten, darf man nur die Glocke AB mit einem andern größern Gefäße umgeben, und dieſes mit Waſſer füllen.

Mit einem ſolchen Apparate hat Herr Pfaff einige Verſuche mit Waſſer in verſchiedenen Druckhöhen angeſtellt und gefunden, daß die geringſte Druckhöhe eine Anzeige von der Zuſammendrückung des Waſſers bewirkte. Herr Gilbert bemerket hiebey aber ganz richtig, daß gegen dieſe Verſuche, ſofern ſie die Elaſticität des Waſſers zu beweiſen beſtimmt ſind, noch Folgendes zu erinnern ſey. Durch das Zuſammendrücken des Waſſers

werde Wärme frey, mithin das Waſſer ausgedehnt, und dies könnte der Grund der Vergrößerung des Raums des Waſſers ſeyn, welche Herr Pfaff beym Oeffnen des Hahns des Steigerohrs gefunden habe. Wären Waſſer und Glas nicht ſo ſchlechte Wärmeleiter, ſo würde ſich dieſer Einwurf ſchon dafür haben halten laſſen, daß man den Apparat mit den geſchloſſenen Hahne b und geöffnetem Hahne a einige Zeitlang ſtehen ließe, und keine Verminderung in dem Stande der Steigröhre wahrnähme. Da es aber möglich wäre, daß ſo geringe Wärmegrade ſich mit eben ſo viel Schwierigkeit als ſehr geringe Grade von Elektricität bey ſchlechter Leitung mittheilten, ſo giebt er den Vorſchlag, die Glocke mit einem Queckſilber- oder Luft-Thermometer mit cylindriſchem Gefäße von der Länge der Glocke, oder mit drey gewöhnlichen Thermometern, deren Kugeln unten, in der Mitte und oben im Waſſer ſchwebten, zu verſehn, und an ihnen die Temperaturveränderungen beym Zugießen des Waſſers und dann beym Oeffnen des Steigerohrs genau zu beobachten. Außerdem kann auch noch gegen Pfaffs Verſuche eingewendet werden, daß das Glas durch den Druck des Waſſers eine Formänderung erleidet, und das zu ſuchende Reſultat dadurch unrecht macht. Auch ſelbſt bey Perkins Verſuchen blieb noch die Frage über die Wärmeentwickelung und den Einfluß der Wärme auf das Volumen des Waſſers unbeantwortet. Daher unternahm es der Herr Prof. Oerſtedt ein Inſtrument anzugeben, welches eine genaue Meſſung der zuſammendruckenden Kraft, ſo wie der Verdichtung des Waſſers erlaubte, und wobey man zugleich das Verhältniß der Wärme aufs genaueſte beſtimmen konnte *). Das Waſſer, welches zuſammengedruckt werden ſoll, befindet ſich in einer Glasröhre (fig. 35.) a, die ohngefähr 4 Loth

*) Annales de chimie et de physique To. XXII. p. 192 sq. und Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XXXVI. S. 332 ff.

Waſſer hält. Dieſe Röhre iſt unten geſchloſſen, oben aber endiget ſie ſich in eine ſehr enge, 52 Linien lange und calibrirte Röhre bc, ſo daß ſie wie eine Flaſche mit einem in eine Haarröhre ausgezogenen Halſe angeſehen werden kann, die einen kleinen 2 Linien breiten Trichter c beſitzet. Die untere Flaſche a faßt 709,48 Grammen Queckſilber; das Queckſilber aber, welches in der engen Röhre bc eine Länge von 24,6 Linien einnimmt, wiegt nur 96 Millegramm, welches für die Länge einer Linie zehn Milliontheile, oder genauer 0,000005501 ausmacht. Man erwärmt die Flaſche ein wenig, indem man ſie in die Hand nimmt, wo möglich kaum um $\frac{1}{4}$° des hunderttheiligen Thermometers, und gießt nun einen Tropfen Queckſilber in den Trichter c. Durch die nachfolgende Abkühlung wird es ſich daher zum Theil in die enge Röhre hinabziehen, und das Waſſer ſperren. Die Flaſche wird nun in einen ſtarken Glascylinder ABCD gebracht, der oben einen kleinen Stiefel EFGH, mit einem Stempel verſehen, hat. Wird mittelſt dieſes Stempels ein Druck auf das Waſſer im Cylinder ausgeübt, ſo wirkt dieſer durch Fortpflanzung auf das Queckſilber im Trichter, mithin auch auf das Waſſer in a. So wie das Waſſer zuſammengedruckt wird, muß das Queckſilber in der Haarröhre ſich ſenken, welches auch bey jedem Verſuche geſchieht. Um die Größe des Zuſammendrucks zu meſſen, wird die Flaſche an einen Fuß d befeſtiget, welcher den Maaßſtab trägt, der bis zu $\frac{1}{4}$ Linien eingetheilet iſt. Als Maaß der Größe des Drucks dienet eine oben geſchloſſene calibrirte Röhre ef, die mit Luft gefüllt iſt, und durch deren Zuſammendruckung die Größe der druckenden Kraft beſtimmt wird; die Temperaturveränderungen ſieht man leicht an dem engen Hals der Flaſche, und zwar noch beſſer, als an irgend einem Thermometer; denn eine Erwärmung von 1° des hunderttheiligen Thermometers macht das Waſſer um 27 Linien ſteigend, wenn deſſen Wärme ungefähr 15° iſt. Da die Eintheilung bis auf $\frac{1}{4}$ Linie geht, und man Verän-

derungen bis zu $\frac{1}{8}$ Linie mit den Augen beſtimmen kann, ſo kann eine Veränderung von $\frac{1}{100}$ Grad der Aufmerkſamkeit des Beobachters nicht entgehen, und ſelbſt $\frac{1}{200}$° iſt nicht ſchwer zu entdecken. Sobald man den Druck, den man anwenden wollte, erreicht und angemerket hat, um wie viel das Queckſilber in der engen Röhre ſich geſenkt, und um wie viel das Waſſer in der mit Luft gefüllten Röhre geſtiegen iſt, hebt man gleich den Druck wieder auf. Man wird alsdenn finden, daß das Waſſer faſt ſtets das Queckſilber etwas höher treibt, als es kurz vor Anfang des Verſuchs ſtand. Bey einem ſchnellen Verſuch iſt der Unterſchied nicht beträchtlich; bey einem langſamen Verfahren kann aber der Unterſchied $\frac{1}{2}$, ja ſelbſt eine ganze Linie ausmachen. Durch eine lange Reihe von Verſuchen, wovon die genaueſten bey 15 bis 16° angeſtellt werden, hat die Wirkung eines Drucks gleich dem der Atmoſphäre eine Verdichtung von 47 Milliontheilen des Volumens des zuſammengedruckten Waſſers; eine Uebereinſtimmung mit Canto'ns Verſuche (Th. V. S. 509.) von 46 Milliontheilen, welche Beachtung verdient. Durch Abänderung des Drucks von $\frac{1}{3}$ der Atmoſphäre bis zu dem von ſechs Atmoſphären fand Oerſtedt, daß ſich die Verdichtung, wie die zuſammendruckenden Kräfte verhält.

Aus dieſen Verſuchen ſcheint man ſchließen zu können, daß ſich bey der Verdichtung keine Wärme entwickelt, indem die Grenze zwiſchen Queckſilber und Waſſer nach Beendigung des Verſuchs wieder beynahe auf den nämlichen Punkt zurückkommt. Es muß die ſehr unbedeutende Temperaturveränderung als eine nothwendige Folge der Berührung angeſehen werden, welche mit dem Verſuche unzertrennlich iſt. Selbſt nach einem Druck von fünf Atmoſphären war die Temperaturveränderung noch nicht 0,01°, und in der Regel weder größer noch kleiner, als wenn nur der Druck einer einzigen Atmoſphäre angewendet wurde. Da inzwiſchen zu gedenken war, daß die Ausdehnung nach nachgelaſſenem Drucke die durch die

Zuſammendrückung entwickelte Wärme wieder vernichten könnte, ſo wurde ein Broquet'ſches Metallthermometer, worauf eine Veränderung von 0°, leicht bemerkbar ſeyn würde, ins Waſſer in den Cylinder gebracht, und der ſtärkſten Zuſammendrückung ausgeſetzt, die man zu Stande bringen konnte, ohne daß es eine Spur von Temperaturerhöhung angab.

Herr Desaignes hatte bereits vor mehren Jahren dieſe angeführten Verſuche wahrgenommen, daß die tropfbaren Flüſſigkeiten in einer eigenen von ihm beſchriebenen Compreſſionspumpe durch einen ſchnellen und raſchen Druck ein lebhaftes Licht entwickeln. Der Herr Plac. Heinrich *) hat dieſe Verſuche mit verſchiedenen Flüſſigkeiten wiederholt, und dabey zugleich eine Verbeſſerung an Desaigne's Compreſſionspumpe angegeben. Seinen Erfahrungen zu Folge ergeben ſich folgende Reſultate:

1. alle tropfbare Flüſſigkeiten entwickeln durch einen ſchnellen Druck auf ſie ein Licht,
2. dieſes Licht iſt nur augenblicklich und vorübergehend, wie der Stoß,
3. der Lichtſchimmer wächſt mit der Stärke des Stoßes,
4. er bleibt gänzlich aus, wenn der Stoß entweder zu ſchwach, oder der Apparat nicht vollkommen genau ſchließt,
5. die Farbe des Lichtes wechſelt mit der Flüſſigkeit, und mit der Stärke des Stoßes; mag auch wol von der Beſchaffenheit der Glasröhre abhangen; bey Waſſer iſt ſie gelblich.
6. Der Verſuch glückt auch, wenn man ihn mit demſelben Waſſer öfters nacheinander wiederholt.
7. Zugleich entwickelt ſich auch mit jedem Stoße etwas fühlbare Wärme.

(Zuſ. z. S. 791.). Die Zuſammenſetzung des Waſſers aus Sauerſtoff und Waſſerſtoff iſt lange Zeit mit Unſicherheit gekannt worden; Fourcroy, Vauquelin

*) Die Phosphorescenz der Körper. S. 448 ff.

und Seguin beſtimmten ſie durch einen ſynthetiſchen damals genaueſten Verſuch zu 15 Theile Waſſerſtoff und 85 Theile Sauerſtoff; Biot und Arrago, geſtützt auf Gay-Luſſac's Entdeckung der Geſetze, nach welchen ſich Luftarten verbinden, berechneten ſie aus dem ſpecifiſchen Gewichte derſelben zu 11,72 Theile Waſſerſtoff und 88,28 Theile Sauerſtoff; nachher beſtimmte ſie Gay-Lüſſac zu 13,27 Waſſerſtoff gegen 86,73 Sauerſtoff. Bey den Verſuchen, nach welchen Berzelius die Zuſammenſetzung des Bley- und Kupferoxyds mittelſt des Waſſerſtoffgaſes beſtimmen wollte, erhielt er weniger Waſſer, als er nach der Berechnung von dem Verluſt an Sauerſtoff, den das Oxyd durch die Reduction erlitt, hätte erhalten ſollen. Dieſe Bemerkung gab zu einer neuen Unterſuchung der Zuſammenſetzung des Waſſers Veranlaſſung, welche er gemeinſchaftlich mit Dulong in dem Laboratorium Berthollet's zu Arcueil anzuſtellen Gelegenheit hatte. Zu dem Ende wurden geringere Mengen von Kupferoxyd durch Waſſerſtoffgas reducirt, und das durch die Reduction gebildete Waſſer in geſchmolzenem ſalzſauren Kalk aufgenommen; auf dieſe Art wurde durch Wägung des reducirten Kupfers gefunden, wie viel Sauerſtoff angewendet wurde, und durch Wägung des feuchten ſalzſauren Kalkes, wie viel Waſſer ſich daraus gebildet hatte. Die Mittelzahl dieſer Verſuche gab 88,9 Theile Sauerſtoff und 11,1 Theil Waſſerſtoff in 100 Theilen Waſſer. Als, zur Beſtätigung dieſer Verſuche Sauerſtoff- und Waſſerſtoffgas gewogen wurden, welche in dem höchſten Grade von Reinheit bereitet worden waren, ſo wurde das ſpecifiſche Gewicht des Waſſerſtoffgaſes 0,0688, das des Sauerſtoffgaſes 1,1026 befunden, das der atmoſphäriſchen Luft = 1,000 geſetzt. Dieſe Zahlen ſtimmten vollkommen mit dem Reſultate des angeführten Verſuchs der Zuſammenſetzung des Waſſers überein.

Biot bewirkte die Bildung des Waſſers aus Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas durch bloße Compreſſion,

M. ſ. den Artikel: Feuerzeug, pnevmatiſches, B. IX. S. 71.

(Zuſ. z. S. 793. Th. VI.). Auch gelang es Wollaſton, die Zerlegung des Waſſers in die beyden Beſtandtheile mittelſt der gewöhnlichen Elektricität zu bewerkſtelligen. Er leitete nämlich den elektriſchen Strom in das Waſſer durch ganz feine Platindrähte, die in ſcharfe Spitzen ausgiengen, und ſich in Glasröhren iſolirt befanden oder mit Harz umgeben waren, ſo daß ſie ihre Elektricität nur durch das letzte Ende dieſer Spitze verlieren konnten. Auf ſolche Art war es möglich, daß eine wenn gleich ſchwache Elektricität eine ausnehmende Intenſität zu erlangen fähig war, welche an dem äußerſten Ende der Spitze wirkte, und dort mit ihrer ganzen Stärke ſich gegen den einzigen Waſſertheil richtete, womit die Spitze in Berührung war. Auch reichte der Strom einer, eben nicht ſehr kräftig wirkenden Elektriſirmaſchine, hin, aus dem Waſſer unausgeſetzt eine Menge kleiner Bläschen zu entwickeln, die, wenn ſie aufgefangen, und abermals der Prüfung durch den elektriſchen Funken unterworfen wurden, ſich als die beyden Gasarten zeigten, aus welchen das Waſſer zuſammengeſetzt iſt. Mit größerer Sicherheit und Schnelligkeit erhält man die bezweckte Wirkung, wenn man durch die beyden Spitzen zwey Ströme verſchiedenartiger Elektricitäten zugleich ankommen läßt.

Wurde eine ſolche Durchleitung des elektriſchen Stroms durch zwey ganz feine Spitzen bewerkſtelliget, die eine von Kupfer und die andere von Silber, welche in eine Auflöſung von ſchwefelſaurem Kupfer tauchten, und deren erſte mit dem poſitiven Conductor in leitender Verbindung ſtand, ſo ward das Salz zerſetzt. Das von der Säure geſchiedene Kupfer ſtellte ſich in reguliniſchem Zuſtande am Silberdraht wieder her, und der andere Draht ward aufgelößt. Kehrte man die Verbindung um, ſo daß der Silberdraht, der ſich ſo mit Kupfer überzogen hatte, mit dem negativen Conductor in Verbindung ge-

bracht ward, ſo löſete ſich der Kupferniederſchlag an ſeiner Oberfläche wieder auf, und die Fällung geſchah jetzt am andern Drahte.

Dieſe und andere ähnliche von Wollaſton angeſtellte Verſuche zeigten, daß die negative Elektricität das Beſtreben hat, den Sauerſtoff aus den Verbindungen, in die er eingeht, zu ſcheiden; dagegen die poſitive Elektricität die Verbindungen befördert.

(Zuſ. z. S. 800. Th. VI.). Um ſich zu überzeugen, ob beyde Gasarten, welche ſich durch die galvaniſche Elektricität aus dem Waſſer entbinden, wirklich in dem Verhältniß, in welchem ſie Waſſer bilden, zum Vorſchein kommen, müſſen ſie aufgefangen und gemeſſen werden. Die Herren Gay-Luſſac und Thenard haben zu dieſer Abſicht einen vorzüglich zweckmäßigen Apparat angegeben. Es beſteht derſelbe aus einem gläſernen Trichter, deſſen untere Oeffnung mit einem Korkpfropf verſchloſſen iſt, durch welchen man zwey kleine Glasröhren gehen läßt, die ungefähr einen Centimeter von einander abſtehen, und aus ihren Enden ſowol oberhalb als unterhalb des Pfropfs etwas hervorragen. Jede Röhre dient einem Platindraht zur Hülle, der ſo mit Siegellack eingekittet iſt, daß die Röhre völlig verſchloſſen wird. Das Ganze hat die Anordnung, daß die beyden Drähte ſich im Innern des gläſernen Trichters bis vier oder 5 Centimeter über ſeinen Enden erheben. Man gießt Waſſer in den Trichter, und bedeckt jeden Draht mit einer kleinen, gleichfalls mit Waſſer gefüllten, Glasglocke. Darauf ſetzt man die äußern Enden der Drähte, jeden mit einem Pol der Säule, in Verbindung, worauf der Apparat in Wirkung tritt. Man läßt dieſe einige Zeit dauern, unterbricht ſie alsdenn, und mißt das Volumen der unter jeder Glocke entbundenen Gasart. Auf dieſe Art wird ſich zweymal ſo viel Waſſerſtoffgas als Sauerſtoffgas dem Volumen nach finden, und wirklich ſind dies die Verhältniſſe, in welchen das Waſſer aus dieſen Gasarten zuſammengeſetzt iſt; denn bewirkt

man durch den elektriſchen Funken ihre Wiedervereinigung, ſo entſteht Waſſer, und es bleibt kein Gasrückſtand. Um volle Wirkung der Volta'ſchen Säule zu erhalten, muß die Verbindung der Drähte mit den Polen derſelben in vollkommnen Grade Statt haben. Am beſten gelangt man hiezu wenn man ſie in ein kleines mit Queckſilber gefülltes Glasgefäß taucht, in welches auch zwey dicke Eiſendrähte tauchen, die an die äußern Platten des elektromotoriſchen Apparats gelöthet ſind.

Bey ihren Verſuchen über dieſen Gegenſtand fanden Gay-Luſſac und Thenard, daß die Menge Gas, welche in einer gegebenen Zeit durch einen und denſelben Apparat, Scheiben- oder Trogapparat entbunden wurde, ſich beträchtlich nach der Beſchaffenheit der Subſtanzen abänderte, welche in dem Waſſer des Trichters aufgelöſet waren. In concentrirten Salzauflöſungen, Miſchungen von Säure und Waſſer gieng die Entbindung am reichlichſten und ſchnellſten vor ſich. Das Produkt derſelben minderte ſich in dem Maaße, als weniger Salz oder Säure dazu genommen ward, und endlich, wenn der Trichter nur gekochtes und ganz reines Waſſer enthielt, entwickelte ſich faſt gar kein Gas mehr.

Gay-Luſſac und Thenard ſuchten ein Verhältniß zwiſchen den durch eine Säule entbundenen Gasmengen und den in das Waſſer des Trichters gebrachten Salzmengen auszumitteln; fanden jedoch blos für das ſchwefelſaure Natrum ein einfaches Verhältniß. Die Gasmengen, welche ſich in einer gegebenen Zeit entbinden, verhalten ſich nach ihnen ganz nahe wie die Cubikwurzeln der Quantitäten dieſes Salzes, welche ſich im Waſſer befinden, deſſen Zerſetzung vor ſich geht. Bey der Auflöſung von Salpeter zeigte ſich ein entgegengeſetzter Erfolg; mit Salz geſättigt entband ſie weniger Gas, als nicht damit geſättigt. Man muß hiebey aber berückſichtigen, daß die Zerſetzung des Waſſers nicht die einzige Erſcheinung iſt, welche bey dieſen Verſuchen vorgeht. Die meiſten Subſtanzen, welche ſich in dieſer

Flüſſigkeit aufgelößt befinden, und mit ihr der Wirkung des elektriſchen Stroms ausgeſetzt werden, erleiden ebenfalls Veränderungen in ihrem Zuſtande. Daher läßt es ſich nicht erwarten, daß man ein beſtändiges oder einfaches Verhältniß zwiſchen der abſoluten Stärke des Apparats und der bloßen Gasentbindung auffinden wird.

Anfänglich, als dieſe Erſcheinungen wahrgenommen wurden, glaubte man, daß die elektriſche Wirkſamkeit wirklich eine Säure um den poſitiven und Alkali um den negativen Draht bilde; allein fernere Unterſuchungen, die vorzüglich H. Davy angeſtellet hat, ergaben, daß dieſe Erſcheinungen nur Folgen der Zerſetzungen ſind, die überhaupt durch den elektriſchen Strom in den Mitteln, durch welche man ihn gehen läßt, hervorgebracht werden. Er fand, daß ſich dieſelben nur durch Vorſichtsmaaßregeln verhüten laſſen. So erhielt er noch Zeichen von Säure und Alkali, wenn er den Volta'ſchen Strom eine Zeitlang durch ganz reines Waſſer gehen ließ, das in verſchiedenen Glasgefäßen enthalten war, welche blos durch unauflösliche faſerige Stoffe, wie feuchte Asbeſtfaſern, mit einander in leitende Verbindung gebracht waren. In dieſem Fall rührt das Alkali von einer theilweiſen Zerſetzung des Glaſes ſelbſt her; die Säure wird durch den aus dem Waſſer entbundenen Sauerſtoff gebildet, der während des Entſtehens mit dem Stickſtoff der umgebenden Atmoſphäre zur Salpeterſäure zuſammentritt. Dieſe Spuren von Salpeterſäure waren noch merklich, obwol ganz ſchwach, wenn man gemeines deſtillirtes Waſſer in goldnen Schalen anwendet; jedoch fand ſich auch, daß ſolches Waſſer noch nicht ganz frey vom fremden Stoff war. Endlich glückte der Verſuch mit deſtillirtem Waſſer, das ganz langſam in ſilbernen Helmen deſtillirt worden war, und dem elektriſchen Strome in goldenen Gefäßen ausgeſetzt wurde. Hier verſchwanden die Spuren von Säuren und Alkali gänzlich. Da dieſe Verſuche auf die große Wirkſamkeit chemiſcher Zerſetzungen führten, ſo gaben ſie auch zugleich die Veran-

laſſung, ſich gegen die Wirkung dieſer zerſetzenden Kraft auf die Gefäße ſelbſt, in welche die zu unterſuchenden Flüſſigkeiten gethan wurden, zu ſichern. Verſuche, bey welchen Genauigkeit erforderlich war, mußten in Schalen von Gold oder Agat angeſtellt, und vor den Zutritt der Luft verwahret werden. Bey allen dieſen mancherley Verſuchen ergaben ſich wieder neue, oft unerwartete, Erſcheinungen. Subſtanzen, die erſt gemiſcht und in der leitenden Flüſſigkeit gleichförmig vertheilt waren, trennten ſich unter den Einfluß des galvaniſchen Stroms, und jede derſelben fand ſich in einer beſondern Schale wieder. Andere, die ſich erſt in verſchiedenen Schalen befunden hatten, verwechſelten ihre Schalen, ſo daß man in dieſem elektriſchen Strom ein eigenthümliches Fortführungsvermögen annehmen mußte, welches die ſauren Grundſtoffe im Allgemeinen am poſitiven Pol anſammlete, die ſäuerungsfähigen Baſen am negativen, welche Entdeckung von den beyden Chemikern, Berzelius und Hiſinger gemacht wurde.

Bey dieſem Fortführungsvermögen ſind in den neuern Zeiten ganz unerwartete Erſcheinungen wahrgenommen worden. Nicht allein Subſtanzen gehen manchmal durch Mittel hindurch, zu welchen ſie eine ſtarke Verwandtſchaft beſitzen, ohne ſich mit denſelben zu verbinden, ſondern ſelbſt auch die empfindlichſten Reagentien ſcheinen von den Produkten der Zerſetzung, wenn dieſe durch ſie hindurchgeführet werden, nicht afficirt zu werden, und können keine Anzeige von denſelben bey ihrem Durchgange geben. Außerdem iſt noch bemerkenswerth, daß bey der Ueberführung der Beſtandtheile des Waſſers, des Sauerſtoffs zum poſitiven und des Waſſerſtoffs zum negativen während der Wirkung des Apparats, auch das Waſſer ſelbſt in Maſſe von poſitiven zum negativen Pol ſich zu bewegen ſtrebt, und dadurch in den Stand geſetzet wird, Körper zu durchdringen, die es ſonſt nicht durchdringt. Porret in London hat bekannt gemacht, daß, wenn man einen gläſernen Cylinder vermittelſt einer

Blaſe in zwey Hälften theilet, in eine Hälfte Waſſer füllt, und dieſes mit dem poſitiven Pole einer Säule von dreyßig Plattenpaaren verbindet (während wahrſcheinlich der negative Draht ſich in der leeren Hälfte befindet, und die Blaſenſcheide ward berühret), das Waſſer in die leere Hälfte durch die Blaſe dringt, und endlich in ihr höher (in ſeinem Verſuch um $\frac{3}{4}$ Zoll höher) zu ſtehen kommt, als in der poſitiven Hälfte. Dieſelbe Erſcheinung bemerkte Müller. Zwey beſondere Glasröhren, die an ihrem untern Ende mit Blaſe waſſerdicht verſchloſſen, und bis zur Hälfte mit einer Auflöſung aus ſalpeterſaurem Kupfer gefüllt waren, ſtanden in einem, mit etwas deſtillirtem Waſſer gefüllten Glaſe; und der in die eine Röhre geſtellte Zinkdraht war mit dem Silberdraht der andern in Berührung. Nach einer Zeit von drey Stunden war die Salpeter-Kupferauflöſung aus der Zinkröhre beynahe völlig herausgetreten, und die Silberröhre hatte ſich beynahe bis zum Ueberfließen damit gefüllt [α]). Manche glauben, daß auf eine ähnliche Weiſe der Uebergang der Flüſſigkeiten durch die geſchloſſenen Zellenwände in Thier- und Pflanzenkörpern vermittelt werde.

Der Herr v. Grotthus [β]) hatte auch gefunden, daß das Waſſer, wenn es ſehr ſtark zuſammengedruckt wird, in der galvaniſchen Kette als ein metalliſcher Leiter wirken kann. Es bildete ſich nämlich an einer Glasröhre, welche an dem einen Ende zu geſchmolzen worden war, durch ſchnelles Abkühlen eine Ritze. Dieſe Röhre wurde mit einer Flüſſigkeit gefüllt, und in ein Gefäß eingetaucht, welches dieſelbe Flüſſigkeit enthielt. Wurde nun ein Metalldraht in die Flüſſigkeit der Röhre, und ein anderer in die Flüſſigkeit auſſerhalb der Röhre gebracht, ſo zeigten ſich anfänglich keine Spuren von Entladung; nach einigen Stunden aber fiengen die Metalldrähte an,

---

α) Anmerkung zu Singer. S. 417.
β) Schweigger's Journal. B. XXVIII. S. 315.

Gas zu entwickeln, und zugleich entband ſich von der einen Seite der Ritze Waſſerſtoffgas, von der andern Sauerſtoffgas. Der Herr v. Grotthus erkläret dies ſo: das Waſſer, welches vermöge Haarröhrchen-Wirkung in die feine Ritze eingedrungen iſt, wurde dort ſo ſtark zuſammengedruckt, daß es nun gleich einem Metall, leitend wurde.

M. ſ. *Biot* traité de physique experim. et geomet. To. II. p. 505 sq.

Waſſerhoſe (Zuſ. z. S. 548. Th. V.). In den neuern Zeiten ſind von den Seefahrern mehre, zum Theil ſehr umſtändliche Beſchreibungen dieſes fürchterlichen Meteors gegeben worden *). Indeſſen ſcheinen die Data noch nicht hinreichend genug zu ſeyn, den ſichern Grund ihrer Entſtehung anzugeben. Herr Homer hat aus den bekannten Erfahrungen folgende allgemeine Geſetze abzuleiten geſucht:

1. Waſſerhoſen entſtehen meiſt blos in der Nähe des Landes, wo unbeſtändige Winde und Temperaturen herrſchen.
2. Sie ſind immer mit örtlichen Gewittern und mit elektriſchen Erſcheinungen begleitet, aber nie erſcheinen ſie bey ausgedehnten Gewittern.
3. Sie ſind nie Wirkung eines allgemeinen Windes, und um ſie her herrſcht meiſt Windſtille.
4. Sie führen alle von ihnen ergriffenen Gegenſtände wirbelnd in die Höhe.
5. Sie entſtehen bald von oben aus den Wolken, bald von unten aus dem Waſſer.
6. Ihre Maſſe beſteht nicht aus dichtem Waſſer, ſondern blos aus Waſſerdunſt.
7. Ihre Größe iſt verſchieden von 2 bis 200 Fuß im Durchmeſſer, und von 30 bis 1500 Fuß Höhe.
8. Die Landtromben haben einerley Urſprung mit dem Waſſerhoſen, ſie ſind aber viel heftiger wirkend,

*) Gilbert's Annalen. B. LVII. S. 219 ff. B. LVIII. S. 207 f. B. LXXIII. S. 95 ff.

und zerſtörender, weil durch das Entgegenkommen des Waſſers das Gleichgewicht der Elektricität erhalten oder hergeſtellt, und dadurch die Wirkung geſchwächt wird.

Zur größern Aufhellung dieſes Meteors giebt der Herr Prof. und Oberbergrath Nöggerath [a]) Nachricht von einer fürchterlichen Wind- und Waſſerhoſe, welche in der Gegend von Bonn am 4ten Aug. 1824 iſt beobachtet worden. Sie entſtand in S. W. aus einer ſchwarzen zur Erde herabgeſenkten Wolke; aus der Mitte derſelben ſah man einen ziemlich breiten, nebelichen, weißgrauen Streifen ſich zur Erde hinneigen, welcher ſucceſſiv nach dem Boden hin eine trichterförmige Erweiterung annahm; auffallend ſoll die Farbe der trichterförmigen Erſcheinung von der Farbe der Wolke verſchieden geweſen ſeyn; auch will man einige Augenblicke ein ſchnelles Umdrehen des Trichters um ſeine Axe beobachtet haben. Sie bewegte ſich ziemlich ſchnell in einer ſcheinbaren linearen Richtung von SSW. nach NNO. Uebrigens hat dieſes Meteor auf ſeinem Wege fürchterlich gewüthet, wobey ein ſtarkes Getöſe hörbar war, welches mehre Perſonen mit dem Geraſſel von ſchwer beladenen über felſigte Wege fahrenden Frachtwagen verglichen, andere aber ein dumpfes Sauſen nannten. Es zog ſich durch den Rhein, als wirkliche Waſſerhoſe auf das jenſeitige Ufer, und als es in der Mitte deſſelben beobachtet wurde, ſah man vom Lande aus den Boden in der Mitte des Stromes ſehr deutlich, indem die ungeheure Kraft des wirbelnden Windes das Waſſer etwa 24 Fuß tief durchbort hatte, wobey die Wellen auf 40 bis 50 Fuß über den Waſſerſpiegel erhoben. Der früher bemerkte weißlich graue Streifen, welcher aus der Wolke herabreichte, ließ ſich auch jetzt deutlich in der Waſſerſäule erkennen, ebenfalls unten breit, allmählig nach oben hin ſchmäler werdend, und ſich in der ſchwarzen

a) Kaſtner's Archiv für die geſammte Naturlehre. B. III. S. 52 ff.

Wolke zuletzt ganz verlierend. Endlich verlor ſich der weißlich graue Streifen mit der ſchwarzen Wolke allmählig undeutlich, und beyde zerfloſſen zuletzt im übrigen Gewölke, nachdem auch die nachtheiligen Wirkungen verſchwunden waren. Folgende Momente dieſer fürchterlichen Erſcheinung ſchienen Herrn Nöggerath merkwürdig:

1. deſſen umgekehrt trichterförmige oder aufrechtsſtehend koniſche Geſtalt, welche mehrfach beſtätigt iſt, während die ſonſt beobachteten Meteore dieſer Art mehr eine aufrechtsſtehende Trichter- oder die Form eines auf die Spitze geſtellten Kegels zu haben pflegen, welche gewöhnlich ſchlaugförmig genannt wird. Wenn das Phänomen, wie es anzunehmen iſt, ein elektriſches ſeyn möchte, ſollten denn dieſe Verſchiedenheiten wol dadurch bedingt werden, daß die elektriſchen Ausgleichungen ſowol von oben nach unten, von den Wolken nach der Erde, als auch umgekehrt von unten nach oben Statt finden?

2. Daß die Erſcheinung auf ihrem Wege an Energie ſowol, als an Breite ab- und zugenommen zu haben ſcheint, und

3. wird durch dieſe Beobachtungen von neuem, die Identität der Art des Meteors bey den Windhoſen auf dem Lande mit dem Waſſerhoſen auf dem Meere beſtätigt.

Dieſe vom Herr Nöggerath beſchriebene Waſſer- und Windhoſe gab dem Herrn G. F. Pohl *) in Berlin Gelegenheit, einige Bemerkungen über Waſſerhoſen überhaupt zu machen. Es ſchien ihm beſonders der Umſtand ſehr wichtig, daß dieſe Trombe eine Hauptrichtung in der fortſchreitenden Bewegung nach den Weltgegenden genommen habe. Er iſt daher überhaupt der Meinung, daß die wirbelnde und fortrückende Bewegung die weſentlichſte und zugleich die räthſelhafteſte Seite dieſer merkwürdigen Phänomene bilden, und daß zum Ver-

*) Kaſtner's Archiv für die geſammte Naturlehre, B. IV. S. 181 ff.

ſtändniſſe dieſer bis dahin allen Erklärungsverſuchen Trotz bietenden Seite jetzt die Phyſik den Schlüſſel in den Händen hat.

Daß der eigentliche Entſtehungsgrund der Land- und Meertromben ein elektriſcher Ausgleichungsprozeß zwiſchen Atmoſphäre und der Erde ſey, das ſpreche das ganze Phänomen mit den ſämmtlichen in ſeinem Gefolge auftretenden Merkmahlen ſo deutlich aus, daß faſt alle, welche es verſucht hätten, über den Grund der Erſcheinung Rechenſchaft zu geben, hierin einverſtanden wären, ſo weit ſie auch ſonſt von einer genügenden Nachweiſung des Einzelnen entfernt geblieben ſeyn möchten. Die Tromben und Gewitter hätten ohne Zweifel das mit einander gemein, daß ſie elektriſche Entladungen wären, und ſie unterſchieden ſich darin von einander, daß beym Gewitter das Gleichgewicht in momentanen Exploſionen, bey der Wetterſäule hingegen in einer continuirlichen ſo genannten ſtrömenden Ausgleichung von der Atmoſphäre zur Erde, oder umgekehrt von dieſer zu jener bewerkſtelliget werde.

Es iſt klar, daß die Leitungsfähigkeit der Elektricität des leitenden Mediums zwiſchen den elektriſchen Polen an ſich und den Graden nach relativ iſt; d. h. nicht allein von der Natur des Mediums ſelber, ſondern zugleich von der Stärke der elektriſchen Entladungstendenz abhange. Daher iſt es begreiflich, daß bey einer mächtigen weit verbreiteten elektriſchen Spannung zwiſchen der Erde und den höher liegenden Regionen der Atmoſphäre der Drang zur Ausgleichung ſich an zwey gegenüber liegenden Stellen concentriren, und, ohne Zweifel unter eigenthümlichen dem Hergang begünſtigenden Zuſtänden der Atmoſphäre, eine continuirliche Entladung durch die zwiſchen beyden liegende Luftſäule hindurch erzwingen und bewerkſtelligen könne.

Wenn auf ſolche Art nach Herrn Pohl dieſe Luftſäule, gleich dem Verbindungsdrahte der Kette, als Leiter der Elektricität fungirt, ſo iſt ſie zugleich ein mächtiger

Elektromagnet, welcher als ſolcher durch den Elektro-Magnetismus in einer auf den magnetiſchen Meridian ſenkrechten Richtung entweder von Oſt nach Weſt, wenn + E aus der Erde aufſteigt, oder von Weſt nach Oſt wenn + E aus der Atmoſphäre kommt, fortgetrieben, und zugleich ganz nach demſelben Geſetze der progreſſiven Fortſchreitung in der nämlichen Richtung auch um ſeine Axe gewirbelt werden muß.

Er iſt der Meinung, daß ein jeder, welcher Augenzeuge von der Lebendigkeit geweſen iſt, womit bewegliche elektromagnetiſche Leitungsdrähte im Verſuche durch den Erdmagnetismus im Kreiſe umhergetrieben werden, dieſe Anſicht als die naturgemäße anerkennen werde, ſo fern Vergleichung und Erfahrung die mit dieſer Erklärung übereinſtimmige Bewegungsrichtung ſolcher Wirbelſäulen beſtätigen. In der That hatte die bey Bonn geſehene Trombe eine der ſenkrechten Richtung auf den magnetiſchen Meridian im Ganzen ſehr wol entſprechende Bewegung von SW. nach NO. Indeſſen kann auch dieſe durch die magnetiſche Declination im Ganzen beſtimmte Richtung durch Lokalumſtände allerdings wohl ſehr modificirt werden.

Bey den vom Herrn Pohl gemachten elektromagnetiſchen Verſuchen wurden die Leitungsdrähte durch den Erdmagnetismus und die Wirkung der Kette mit großer Vehemenz in 16 Sekunden zehnmal im Umkreiſe umher getrieben; was ſey nun aber die Thätigkeit der ſtärkſten elektriſchen Säule gegen die Intenſität der Entladung der atmoſphäriſch-telluriſchen Elektricität? Setze man, daß die leitende Luftſäule der Trombe nur in 5 Sekunden einmal um ihre Axe gewirbelt werde, und nehme ihren Durchmeſſer zu 500 Fuß an, ſo ergebe ſich daraus an ihrem Umfange ſchon eine Geſchwindigkeit von mehr als 300 Fuß, die die Geſchwindigkeit des gewaltſamſten Orkans unfehlbar um mehr als das Doppelte übertreffe, und daher ſolche ungeheure Wirkungen wie diejenigen, mit welchen dieſe furchtbaren Meteore in der

Regel begleitet ſind, nothwendiger Weiſe zur Folge haben müſſe.

Zugleich iſt es eine eben ſo einfache Folge der anziehenden und abſtoßenden Kraft der Elektricität einerſeits und der rotirenden Bewegung der Trombe andererſeits, daß das Waſſer, über welches ſie fortgetrieben wird, in Spirallinien in ihr auf- und abgewirbelt werden müſſe, und zwar muß, wie mehre Beobachter bey verſchiedenen Waſſertromben dieſes deutlich bemerkt zu haben verſichern, die Bewegungsrichtung der auf- und abſteigenden Spiralen nothwendig entgegengeſetzt ſeyn, ſobald die Axe der Trombe nur etwas gegen den Horizont geneigt iſt.

Nach Herrn Pohl iſt es vorzüglich wünſchenswerth, bey Entſtehung dieſer Meteore vor allen andern auf die Richtung der Bewegung und zugleich auch auf das Verhalten der Magnetnadel acht zu haben; dann nothwendig müſſe das Meteor, wenn es nahe genug ſey, auf die Magnetnadel einen beträchtlichen Einfluß äußern, wenn ſeine angeführte Anſicht über die Natur deſſelben die wahre ſey.

Waſſerſtoff (Zuſ. z. S. 553. Th. V.). Die neuern Unterſuchungen haben ergeben, daß dieſer Stoff ein wirklich einfacher und in der Natur ſehr verbreiteter Stoff iſt. Er iſt diejenige Subſtanz, welche allen den Körpern, welche man in ökonomiſcher Hinſicht zur Erzeugung von Wärme und Licht anwendet, die Fähigkeit ertheilt, mit Flamme zu brennen. M. ſ. den Artikel: **Flamme.** Für ſich allein iſt er nicht darſtellbar, verbindet ſich aber mit einer großen Menge von Stoffen. Die dadurch erhaltenen Verbindungen ſind von doppelter Art: einige befinden ſich im Zuſtande feſter Körper, ſo genannte Hydrären; andere ſind gasförmig. Die Verbindungen des Waſſerſtoffs mit andern Stoffen ſind überhaupt folgende:

Waſſerſtoff, verbunden
mit Chor bildet Salzſäure,
mit Jod bildet Jodwaſſerſtoffſäure,

mit Blauſtoff bildet Blauſäure,
mit Kohlenſtoff bildet mit dem Minimum und Maximum der Kohle verbundenen Waſſerſtoff,
mit Stickſtoff bildet Ammonium,
mit Phosphor bildet mit dem Minimum und Maximum des Phosphors verbundenen Waſſerſtoff;
mit Schwefel bildet mit dem Minimum und Maximum des Schwefels verbundenen Waſſerſtoff;
mit Arſenik bildet Arſenikwaſſerſtoff,
mit Tellur bildet Tellurwaſſerſtoff,
mit Kalium bildet Kaliumwaſſerſtoff,
mit Sauerſtoff bildet Waſſer.

Noch eine neue Oxydationsſtuffe des Waſſerſtoffs, bey welcher der Waſſerſtoff mit doppelt ſo viel Sauerſtoff verbunden iſt, als im Waſſer, wurde von Thenard entdeckt *). Gilbert gab ihr den Namen tropfbar-flüſſiger-Sauerſtoff, Thenard aber oxygenirtes Waſſer; nach Berzelius kann dieſe Verbindung Waſſerſtoff-Superoxyd genannt werden. Die Bereitung derſelben iſt ein langwieriger, ſchwer zu bewerkſtelligender Prozeß. Man erhitzt ganz waſſerfreyen cauſtiſchen Baryt bis zum Glühen in einer Röhre, während Sauerſtoffgas durch denſelben hindurch geleitet wird; der Baryt abſorbiret auf dieſe Art das Sauerſtoffgas, und wird dadurch in ein Superoxyd verwandelt, welches ſich von andern früher bekannten Superoxyden dadurch unterſcheidet, daß es ſich mit Waſſer verbinden läßt, ohne zerſetzt zu werden. Man mengt es mit Waſſer, wobey es zu einem weißen Pulver zerfällt, welches mit verdünnter Salzſäure übergoſſen wird. Die Säure verbindet ſich mit dem Baryt, und ſcheidet das Waſſer mit dem überſchüſſigen Sauerſtoff ab, welche beyde in ihrer Verbindung das Waſſerſtoff-Superoxyd bilden,

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXIV. S. 1 ff. Berzelius Jahresbericht. 1. Jahrg. S. 31 ff.

und in dieſer Form vom Waſſer gelößt werden. Die Säure hat alſo hiebey nichts anders zu thun, als den ſuperoxydirenden Sauerſtoff von dem Baryt auf das Waſſer überzutragen. Den Baryt fällt man aus der Flüſſigkeit durch Schwefelſäure, und behält darauf die Salzſäure und das Waſſerſtoff-Superoxyd im Waſſer zurück. Wird mehr Barytſuperoxyd zugeſetzt, ſo erhält man eine neue Menge von Waſſerſtoff-Superoxyd, und der aufgelößte Baryt wird wieder durch Schwefelſäure ausgeſchieden, womit man fortfährt, bis man eine bedeutende Menge von Waſſerſtoff-Superoxyd im Waſſer aufgelößt erhalten hat; man ſetzt dann, um den ſalzſauren Baryt zu entfernen, ſchwefelſaures Silberoxyd ſo lange zu, bis weder Salzſäure noch Baryt ſich in der Flüſſigkeit mehr finden. So bleibt nun eine bloße Löſung des Waſſerſtoff-Superoxyds in Waſſer zurück, welche Löſung man im luftleeren Raum über Schwefelſäure verdunſtet. Im waſſerfreyen Zuſtande bildet es eine ſyrupsdicke farbenloſe Flüſſigkeit von 1,453 ſpecifiſchem Gewichte, von einem eigenthümlichen ekelhaften Geſchmack und Geruch, ähnlich dem, welcher erhalten wird, wenn eine Kalilauge mit oxydirtſalzſaurem Gas geſättiget wird.

Die vorzüglichſten und ſehr merkwürdigen Eigenſchaften des Waſſerſtoff-Superoxyds ſind folgende:

Auf der Haut bringt es nach einer kurzen Zeit einen emailweichen Flecken hervor, der jedoch nach einigen Stunden verſchwindet.

Es bleicht und zerſtört vegetabiliſche Farben, und im allgemeinen iſt ſeine Wirkung ſo heftig, daß ſie nicht wohl wahrgenommen werden kann, wenn es nicht zuvor mit Waſſer verdünnt iſt.

Beym Erhitzen giebt es, ehe noch das Waſſer ins Kochen kommt, ſeinen überflüſſigen Sauerſtoff her, welcher gasförmig entweicht, und das 850fache Volumen des Waſſers, welches zurückbleibt, einnimmt.

Wenn es mit einem der edlen Metalle in Berührung kommt z. B. Platin, Gold, Silber, beſonders wenn dieſe in Form eines Pulvers gebracht worden ſind, ſo erhitzt er ſich, und der überflüſſige Sauerſtoff ſcheidet ſich gasförmig ab.

Iſt es concentrirt, und läßt man einen Tropfen davon auf fein zertheiltes Gold oder Silber fallen, ſo zerſetzt es ſich mit einem Knall, und im Dunkeln ſieht man Feuer.

Verdünnt man es mit Waſſer, und bringt fein zertheiltes Gold oder Silber darein, ſo entwickelt ſich ſogleich Sauerſtoffgas unter Aufbrauſen, und das Gefäß wird oft ſo ſehr erhitzt, daß man es nicht mehr in der Hand halten kann. Das Metall wird dabey nicht im geringſten weder oxydirt noch ſonſt verändert; man kann nicht die mindeſten Zeichen einer chemiſchen Wirkung zwiſchen der Flüſſigkeit und dem Metall entdecken, und das Einzige, was dabey ſichtbar vorgeht, iſt Erwärmung der Flüſſigkeit, und Fortgang von Sauerſtoffgas.

Wird der Verſuch mit den Oxyden von Gold oder Silber angeſtellt, ſo findet dieſelbe Erſcheinung Statt, aber dann verliert auch das Oxyd ſeinen Sauerſtoff, welcher zugleich mit dem des Waſſerſtoff-Superoxyds in Gasform entweicht, und Waſſer mit reducirtem Metall bleibt zurück. Die Superoxyde des Mangans und des Bleyes, wirken wie die edlen Metalle, aber ſie behalten ihren Sauerſtoff bey, und ſcheiden blos den Sauerſtoff aus dem Superoxyd ab.

Auch mehre thieriſche Subſtanzen beſitzen die Eigenſchaft, den Sauerſtoff aus dem Waſſerſtoff-Superoxyd, ſobald ſie damit in Berührung kommen, zu entbinden, ohne ſelbſt eine Veränderung zu erleiden; dagegen zeigen andere keine Einwirkung darauf. Faſerſtoff des Bluts, rein gewaſchene Lungen-, Nieren- und Leberſchnitte bewirkten die Ausſcheidung des Sauerſtoffs; dagegen entbanden dieſelben nicht Harnſtoff, Eyweißſtoff und Gallerte.

Thenard glaubte anfänglich, daß die Erſcheinungen, welche von dem Waſſerſtoff-Superoxyd hervorgebracht werden, von oxydirten Säuren herrühren; fand aber bald, daß dieſe Anſicht ungegründet war. Er zeigte, daß, wenn eine Auflöſung des Waſſerſtoff-Superoxyds mit Baryt, Strontian oder Kalkwaſſer gemiſcht wird, Superoxyde dieſer Alkalien entſtehen, welche in glänzenden weißen Schuppen ſich ausfällen. Auch die Metalle Kupfer und Zink, bilden durch die Vermittelung des Waſſerſtoff-Superoxyds eigene, zuvor unbekannte Superoxyde.

Herr Berzelius vermuthet, daß die höchſt ſonderbaren und mit den gewöhnlichen chemiſchen Phänomenen ſo ſehr im Widerſpruch ſtehenden Erſcheinungen von der Contacts-Elektricität herrühren möchten, welche durch Berührung des Metalls mit dem Superoxyd entſteht, obgleich die Phänomene von Contacts-Elektricität, welche wir früher gelernet hätten, zur Erklärung von dem, was hier vorgeht, nicht hinreichten. Folgende Umſtände berechtigten uns jedoch zu der Vermuthung: die Metalle, welche das Waſſer-Superoxyd zerſetzen, gehören zu allen denen, welche in der Volta'ſchen Säule vorzugsweiſe als elektro-negative gebrauchet werden, auf der andern Seite bringen die Metalle, welche dort als elektropoſitive gebrauchet werden, dieſe Wirkung nicht hervor. Ferner, wenn das Waſſerſtoff-Superoxyd mit einer Säure gemiſcht wird, auch mit ganz geringen Mengen derſelben, ſo erhält es ſich, ohne von dem Metallpulver zerſetzt zu werden, unerachtet man erwarten ſollte, daß die Gegenwart einer Säure das Begehren des Metalls nach Oxydation vermehren, und dadurch eine chemiſche Wirkung entſtehen ſollte. Aber die zugeſetzte Säure gehört ebenfalls zu den elektro-negativen Körpern, und hebt dadurch den elektriſchen Gegenſatz auf, welcher zwiſchen der Flüſſigkeit und dem Metall Statt findet. Wenn dagegen kauſtiſches Alkali, welches zu den ſtärkſten elektropoſitiven Körpern gehört, zu der

Auflöſung des Waſſerſtoffs-Superoxyds in Waſſer gemiſcht wird, ſo zerſetzt ſich dieſes weit geſchwinder und gewaltſamer, als für ſich ſelbſt, ungeachtet das Alkali dabey keine neue Verbindung eingeht, und, wie es ſcheint, blos dadurch, daß der elektriſche Gegenſatz zwiſchen der Flüſſigkeit und dem Metall verſtärkt wird. Bloßes Glas, in welchem man die Auflöſung des Superoxyds aufbewahret, iſt hinreichend, ſeine Zerſetzung zu bewirken, welches nicht geſchieht, wenn es eine Spur von Säure enthält. Die Wärmeentwickelung bey der Zerſetzung des Superoxyds ſcheint folglich Wirkung eines ſehr intenſiven elektriſchen Phänomens zu ſeyn von gleicher Art mit denen, wo man, mittelſt einer eigenen Vorrichtung die Contacts-Elektricität chemiſche Wirkungen beſtimmen läßt, welche mit der gewöhnlichen Affinitäts-Ordnung im Widerſpruch zu ſtehen ſcheinen, z. B. wenn man in eine völlig geſättigte Auflöſung von Zinn in Salzſäure verdünnte Salzſäure gießt, ſo daß die Flüſſigkeiten ſich nicht mit einander vermiſchen, und dann ein Stück metalliſches Zinn hineinbringt, ſo daß dieſes in beyden Flüſſigkeiten ſich befindet, ſo wird dies Zinn nicht, wie gewöhnlich, von der freyen Säure aufgelöſet, ſondern die Contacts-Elektricität verkehrt das Phänomen auf eine ſolche Weiſe, daß von der zuvor geſättigten Löſung mehr Zinn aufgelöſet wird, und daß zuvor aufgelößte durch die Säure hindurch zu dem Zinn geführt, dort reducirt wird, und in der Säure ſelbſt, auf der Oberfläche des Zinns kryſtalliſirt.

Von dem Waſſerſtoff-Superoxyde hat man auch ſchon eine Anwendung gefunden, welche darin beſteht, daß mit einer verdünnten Auflöſung deſſelben ſolche Stellen von Malereyen beſtrichen werden, wo das Weiß von Bleyweiß dunkel geworden iſt, welches gewöhnlich von einer Schwefelverbindung herrührt. Das Waſſerſtoff-Superoxyd verwandelt dieſe augenblicklich in ſchwefelſaures Blauoxyd, und ſtellt die weiße Farbe wieder her, ohne den Firniß anzugreifen.

In dem Artikel: chemiſche Harmonika (Th. I. S. 576.) iſt angeführet worden, daß das Waſſerſtoffgas unter gewiſſen Umſtänden verſchiedene Töne von ſich gebe. Der erſte, welcher Verſuche mit der chemiſchen Harmonika anſtellte, war Higgins im Jahre 1777 [α]). Nach der Zeit haben ſich Mehre, und beſonders **Brugnatelli** und Pictet mit dieſer Erſcheinung abgegeben, und zugleich auf die Verſchiedenheiten aufmerkſam gemacht, welche durch Veränderung der Lage und andere Umſtände in Hinſicht des ausſtrömenden Gas und der Röhre veranlaßt werden. De la Rive [β]) bemühte ſich zu zeigen, daß dieſe ſonderbare Erſcheinung durch die abwechſelnde Ausdehnung und Zuſammenziehung des Waſſerdunſtes hervorgebracht werde. Dagegen wurde aber Faraday [γ]), welcher nach der Zeit dies Phänomen noch weiter verfolgte, bald überzeugt, daß die Töne keinesweges von der Bildung des Waſſerdampfes abhangen. Er erhitzte die Röhre bis zu 212° Fahr., und ſie wurden dennoch gebildet, ja ſie wurden durch einen Strom des gasförmigen Kohlenoxyds ebenfalls erzeugt.

Faraday fand, daß ſich dieſelben Töne entwickelten, wenn er auch geſprungene Glasröhren, oder *Glasröhren mit Tüchern umwunden*, anwendete; ja ſie *erzeugten* ſich, wenn er eine Rolle aus Papier bildete, und ſie zur Erhaltung dieſer Form mit der Hand feſthielt. Hieraus ſchloß er, daß dieſe Töne nicht durch Schwingungen der Röhren, welche durch einen in dieſelben eindringenden Luftſtrom veranlaßt ſeyn könnten, hervorgebracht würden. Auch aus dem durch dieſe Röhren ſchnell hindurchziehenden Luftſtrom ließ ſich dieſe Erſcheinung nicht ableiten, weil dergleichen Töne ebenfalls gebildet wur-

---

α) *Nicholſon's* journal. Vol. I. p. 130.

β) Journal de physique T. LV. p. 165.

γ) Journal of Science and the arts. N. X. p. 274–280.

den, wenn auch Röhren angewendet wurden, welche an dem einen Ende gänzlich verſchloſſen waren.

Ferner fand Faraday, daß nicht allein Waſſerſtoffgas, ſondern auch andere entzündliche Gasarten ähnliche Töne unter ähnlichen Umſtänden hervorbrachten, und dies führte ihn darauf, daß die Töne, welche unter den angeführten Umſtänden gebildet werden, von der Flamme überhaupt abhangen. Hat man nämlich auf die Erſcheinung genau acht, welche die Flamme begleiten, wenn ſie in eine Röhre gebracht wird, ſo nimmt man wahr, daß, ſo wie ſie in die Oeffnung derſelben eintritt, ein Luftſtrom durch die Röhre gebildet werde, wodurch die Flamme in einen weit kleinern Raum zuſammengebracht wird. Sie verlängert ſich um etwas weniges, aber ihr Durchmeſſer wird bedeutend vermindert. Bringt man ſie etwas tiefer in dieſelbe, und erwärmt die Röhre, ſo vergrößert ſich die Wirkung, und die Flamme wird an der Mündung des ausſtrömenden Gas ſtärker, als an irgend einem andern Theile nach und nach etwas über ihrem Umfange zuſammengedruckt. Man fängt an, einen ſehr ſchwachen Ton wahrzunehmen; ſo wie dieſer aber an Stärke zunimmt, bemerket man Schwingungen in der Flamme, welche an dem obern Theile der Flamme am deutlichſten wahrgenommen werden. Dieſe nehmen mit der Stärke des Tones in der ganzen Flamme zu, welcher endlich ſehr ſtark wird; bringt man die Flamme tiefer in die Röhre hinein, ſo wird die Flamme in der Regel ausgeblaſen.

Dies ſind die allgemeinen Erſcheinungen, die man beym Brennen des Waſſerſtoffgaſes wahrnimmt. Wird zu dieſem Verſuche ein Strom ölmachendes Gas, oder Kohlengas aus Steinkohlen angewendet, ſo bemerkt man außer den angeführten Erſcheinungen, daß, wenn die glänzende Flamme des Gas in die Röhre tritt, der Glanz der Flamme vermindert wird, und daß ſie mit Verbreitung einer geringern Lichtmenge brennt.

Faraday fand, daß ſich bey andern brennbaren Gasarten, als beym Waſſerſtoffgas, die Wirkungen verſtärkten, wenn er ſtatt der Röhren andere Gefäße nahm. Dadurch gelangte er endlich zur Ueberzeugung, daß die ſich bildenden Töne nichts anders ſeyn, als der Knall ununterbrochener Explosionen. Dies ſtimmt auch mit den Entdeckungen überein, welche Davy bey der Flamme wahrgenommen hat. M. ſ. den Artikel: Flamme (Th. IX. S. 87 ff.). Hiernach iſt nämlich die Flamme nichts weiter, als ein anhaltendes Verbrennen von explodirenden Mengungen, welches ohne Geräuſch erfolget. Bey der eigentlichen Explosion findet die Verbindung der explodirenden Mengungen auf einmal Statt, und es entſteht oft ein ſehr ſtarker, oft gefährlicher, Knall; eine tönende Flamme, wie bey der chemiſchen Harmonika, bietet Erſcheinungen dar, welche von beyden etwas an ſich tragen. Je raſcher hiebey die Flamme von ſtatten gehet, deſto regelmäßiger und gleichförmiger erfolgen die dadurch hervorgebrachten Töne.

Faraday ſtellte mit folgenden Gasarten Verſuche an: mit gasförmigen Kohlenoxyd, ölmachendem Gas, leichtem Kohlen-Waſſerſtoffgas, Schwefel-Waſſerſtoffgas und Arſenik-Waſſerſtoffgas. Sie wurden an der Mündung einer engen meſſingenen Röhre verbrannt, die an einer Glocke, welche mit dem Gas gefüllt und einen Druck in der pneumatiſchen Wanne ausgeſetzt war, in Verbindung ſtand. Der Aether wurde auf dieſe Art zum Verbrennen vorbereitet, daß man etwas Aether in eine Blaſe ſchüttete, in dieſe atmoſphäriſche Luft preßte, wodurch ſo viel Aether in Dunſt verwandelt wurde, daß das Gemenge nicht explodirte, ſich herauspreſſen ließ, und an der Mündung der Röhre mit einer Flamme brannte. Alle dieſe Subſtanzen gaben völlig gelungene Verſuche. Mehre Schwierigkeiten fanden beym Alkohol Statt, indem er weniger flüchtig iſt. Eine Wachskerze brachte aber gar keinen deutlichen Ton hervor. Wurde jedoch die Röhre ſehr ſtark erhitzt, ſo daß da-

durch der Luftſtrom vermehret wurde, ſo hörte man in dem Moment, als die Kerze durch den Luftſtrom ausgeblaſen wurde, etwas, was einem beginnenden Tone ähnelte.

Das Waſſerſtoffgas iſt diejenige Subſtanz, welche vorzüglich geeignet iſt, dieſe Töne hervorzubringen. Sein Vorzug hängt von der niedrigen Temperatur ab, bey welcher es ſich entzündet, dem hohen Grad von Hitze, den es beym Verbrennen hervorbringt, und der geringen Menge Sauerſtoff, welche ein gegebnes Volumen desſelben erfordert. Der Luftſtrom iſt viel ſchneller und kräftiger, indeß bildet ſich viel geſchwinder eine explodirende Miſchung. Bey ſolchen Gasarten, welche beym Verbrennen nur eine geringe Hitze, mithin nur einen ſchwachen Luftſtrom erzeugen, wird die Wirkung vermehrt, wenn man die Röhre über einem Feuer erwärmt. Geſchieht dies aber nicht, ſo bemerket man, daß die Töne ſtärker werden, wenn die Röhre von der in ihr brennenden Flamme erhitzt wird.

In den neuern Fortſchritten der Chemie macht auch der Waſſerſtoff mit einigen andern Körpern verbunden eine eigene Säure aus, ohne daß man berechtiget wäre, dabey Sauerſtoff anzunehmen. Gay-Luſſac *) zeigte, daß man nach dem jetzigen Zuſtande der Chemie die Säuren in zwey Gattungen abtheilen müſſe, nämlich in eigentliche Säuren, in welchen ſich der Sauerſtoff für das Säuremachende Princip annehmen läßt, und in Waſſerſtoff-Säuren, in welchen wahrſcheinlich die Subſtanz, die mit dem Waſſerſtoff in Verbindung tritt, das Säuremachende Princip ausmacht; dahin gehören die Chlor-Waſſerſtoffſäure, Jod-Waſſerſtoffſäure und Schwefel-Waſſerſtoffſäure. An dieſe Säuren ſchließen ſich unmittelbar diejenigen an, in welchen der Waſſerſtoff mit einem aus zwey Elementen beſtehenden Radikal

---

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLVII. S. 341 ff.

verbunden iſt, und welche gleich im Anfange dieſes Artikels angeführet ſind.

Weingeiſt (Zuſ. z. S. 563. Th. V.). Herr Brande *) hat eine Tabelle über den Alkoholgehalt von einer ſehr großen Anzahl von Weinen geliefert, worin die angegebenen Zahlen ausdrucken, wie viel Alkohol vom 0,825 ſpecifiſchem Gewichte in 100 Theilen Wein enthalten iſt.

		Maaßverhältniß des Alkohols nach Procenten
1. Liſſawein	. . .	26,47
desgleichen	. . .	24,35
	mittlere Zahl	25,41
2. Roſinenwein	. . .	26,40
desgleichen	. . .	25,77
desgleichen	. . .	23,20
	mittlere Zahl	25,12
3. Marſalawein	. . .	26,3
desgleichen	. . .	25,5
	mittlere Zahl	25,9
4. Madeirawein	. . .	24,42
desgleichen	. . .	23,93
desgleichen (Sercial)	. .	21,40
desgleichen	. . .	19,24
	mittlere Zahl	22,27
5. Johannisbeerwein	. . .	20,55
6. Xereswein	. . .	19,81
desgleichen	. . .	19,83
desgleichen	. . .	18,79
desgleichen	. . .	18,25
	mittlere Zahl	19,17
7. Teneriffawein	. . .	19,79
8. Colares	. . . .	19,75
9. Lacrymae Christi	. .	19,70
10. Conſtantia, weißer	. .	19,75
11. desgleichen, rother	. .	18,92
12. Liſſabonwein	. . .	18,94
13. Malagawein (1666)	. .	18,94
14. Bucellas	. . .	18,49
15. Madeira, rother	. .	22,30
desgleichen	. . .	18,40
	mittlere Zahl	20,35

---

*) Journal of sciences and the arts N. VIII. p. 290.

	Maaßverhältniß des Alkohols nach Procenten
16. Cap-Muskat	18,25
17. Cap-Madeira	22,94
desgleichen	20,50
desgleichen	18,11
mittlere Zahl	20,51
18. Traubenwein	18,11
19. Calcarella	19,20
desgleichen	18,10
mittlere Zahl	18,65
20. Vidonia	19,25
21. Alba Flora	17,26
22. Malaga	17,26
23. Hermitage, weißer	17,43
24. Rouſſilon	19,00
desgleichen	17,26
mittlere Zahl	18,18
25. Claret	17,11
desgleichen	16,32
desgleichen	14,03
desgleichen	12,91
mittlere Zahl	15,10
26. Madeira, Malvaſier	16,40
27. Lunel	15,52
28. Schiras	15,52
29. Syracuſer	15,28
30. Sauterne	14,22
31. Burgunder	16,60
desgleichen	15,22
desgleichen	14,53
desgleichen	11,95
mittlere Zahl	14,57
32. Rheinwein	14,37
desgleichen	13,00
desgleichen (alter in Fäſſern)	8,88
mittlere Zahl	12,08
33. Nizzawein	14,63
34. Baſſac	13,86
35. Vino tinto	13,30
36. Champagner (nicht mouſſirender)	13,80
desgleichen (mouſſirender)	12,80
desgleichen (rother)	12,56
desgleichen (desgleich.)	11,30
mittlere Zahl	12,61

	Maaßverhältniß des Alkohols nach Procenten
37. Hermitage, rother . .	12,32
38. Vin de Grave . . .	13,94
desgleichen . . .	12,80
mittlere Zahl	13,37
39. Frontignac . . .	12,79
40. Cote Rötie . . .	12,32
41. Stachelbeerwein . .	11,84
42. Orangewein — mittlere Zahl von 6 Sorten eines Londner Fabrikanten	11,26
43. Tokayer . . .	9,88
44. Hollunderbeerwein . .	9,87
45. Cyder, höchſte Mittelzahl .	9,87
desgleichen, niedrigſte Mittelzahl	5,21
46. Bûchwein, Mittelzahl von 4 Sorten	7,26
47. Meth	7,32
48. Ala (Burton) . . .	8,88
desgleichen (Edinbourg) .	6,20
desgleichen (Dorcheſter) .	5,56
mittlere Zahl	6,87
49. Brown stout . . .	6,80
50. London Porter (mittlere Zahl)	4,20
51. Desgleichen Halbbier (desgleichen)	1,28
52. Branntwein . . .	53,39
53. Rum	53,68
54. Genever . . .	51,60
55. Schottiſcher Whisky . . .	54,32
56. Irrländiſcher desgleichen .	53,90

Brande hat ferner gezeigt, daß der Alkohol, welcher aus dem Weine gewonnen wird, keinesweges ein Produkt der Deſtillation ſey. Zur Abſcheidung deſſelben bediente er ſich eines Verfahrens, wobey die Anwendung von Wärme gänzlich vermieden wird. Er tröpfelte nämlich baſiſches eſſigſaures Bley in Portwein, welches einen häufigen Niederſchlag veranlaßte, welcher aus allem färbenden Stoffe des Weines und der in demſelben befindlichen Weinſteinſäure, die ſich mit dem Bleyoxyd verbunden hatte, beſtand. Ward nun die Flüſſigkeit filtrirt, ſo war ſie farbenlos, und wenn man ſie mit einer hinreichenden Menge trockenem baſiſchen ſalzſauren Kali vermiſchte, ſo wurde der Alkohol leicht abge-

ſchieden, und ſchwamm auf der Oberfläche der Flüſſigkeit. Durch dieſes Verfahren wurde faſt dieſelbe Menge von Alkohol erhalten, als bey der gewöhnlichen Deſtillation.

Verſuche, die Abſcheidung des Alkohols, aus dem Weine durch Frieren zu bewirken, gaben kein erwünſchtes Reſultat. In einer hinreichend niedrigen Temperatur verwandelte ſich der Wein in eine ſchwammige Eismaſſe. **Brande** löſte nachher den Rückſtand, welchen er beym Verdunſten von vier Unzen Portwein erhalten hatte, in einem Gemenge aus einer Unze Alkohol und drey Unzen Waſſer auf, und verſuchte den Alkohol aus dieſer künſtlichen Miſchung durch Frieren zu trennen; allein es entſtand wiederum ein Klumpen ſchwammigen Eiſes.

Auch hat **Gay-Luſſac** durch ſeine Verſuche das Vorhandenſeyn des Weingeiſtes im Weine, als durch Gährung gebildet, dargethan. Er beweiſet, daß die Anwendung von kohlenſaurem Kali, welches von **Brande** vergebens verſucht wurde, um den Alkohol aus dem Weine abzuſcheiden, allerdings das Daſeyn des Alkohols darthun könne, ſobald nur vorher die mit ihm im Weine verbundenen oder gemengten fremdartigen Subſtanzen, welche ſich ſeiner Abſcheidung widerſetzen, getrennt werden. Das zweckmäßigſte Mittel fand er in dem Schütteln des Weines mit ſehr fein gemahlner Bleyglätte. Dieſe zieht aus demſelben die färbenden und auszugsartigen Stoffe an, und er wird in kurzer Zeit ſo klar wie Waſſer, woraus durch kohlenſaures Kali die Gegenwart des Alkohols ſich leicht darthun läßt.

Eine fernere Beſtätigung von dem Daſeyn des Alkohols im Weine giebt das Deſtilliren deſſelben im luftleeren Raume in einer Temperatur von 59° Fahrenh. Man bekommt eine Flüſſigkeit, welche ausgemacht geiſtig iſt, obgleich jene Temperatur weit unter der, während der Gährung des Traubenſaftes, erzeugten ſteht.

Boullion [α]) hat die Bemerkung gemacht, daß junge Weine bey der Deſtillation eine größere Menge Alkohol geben, als alte.

Uebrigens hat es aber nicht ſeine völlige Richtigkeit, wenn behauptet wird, daß der eigentliche Vorzug des Weines in der größern Menge des darin enthaltenen Weingeiſtes beſtehe. Die vorzüglichſten Burgunderweine geben kaum eine größere Menge Weingeiſt, als diejenigen, welche in der Nähe von Paris wachſen, und geben ungleich weniger, als die aus dem ſüdlichen Frankreich; und gleichwol findet ein großer Unterſchied unter der Güte des einen und andern Statt. Dieſer Unterſchied iſt nicht in dem Gehalt an Schleim und Gerbeſtoff zu ſuchen, ſondern er muß von einem Stoffe, welcher ſich bis jetzt den Unterſuchungen entzogen hat, herrühren, der zugleich das, was man die Blume des Weines nennt, verurſacht. Letzteres haben mehre Chemiker einem Oele zuſchreiben wollen, es iſt aber bis jetzt noch nicht möglich geweſen, es iſolirt darzuſtellen [β]).

M. ſ. Klaproth's Supplemente Th. IV. S. 384 ff.

Weinſteinſäure (Zuſ. z. S. 568. Th. V.). Lowitz [γ]) giebt folgende Vorſchrift zur Bereitung der Weinſteinſäure: Man miſche 15 Theile rohen Weinſtein, vier Theile Kreide und 100 Theile Waſſer zuſammen. Nach Nachlaſſung des Aufbrauſens erhitze man die Miſchung bis zum Sieden, und ſetze ſalzſaure Kalkerde in kleinen Antheilen ſo lange zu, als noch ein Niederſchlag fällt. Hierauf gieße man den flüſſigen Antheil ab, waſche die weinſteinſaure Kalkerde aus und behandele ſie mit 8 Theilen Schwefelſäure, welche mit einem gleichen Gewichte Waſſer iſt verdünnt worden. Nachdem dieſe Miſchung zwey Tage in Digeſtion geſtanden

---

α) Journal de physique To. XXIX. p. 6.
β) *Thenard* traité de chimie deux. edit. To. III. p. 420.
γ) Nova acta Petrop. To. XIV. p. 343.

hat, filtriret und verdunſtet man ſie, bis die Weinſtein-ſäure kryſtalliſirt.

In dem gewöhnlichen kryſtalliſirten Zuſtande iſt dieſe Säure ein Hydrat, das vermöge der Verſuche von Berzelius zuſammengeſetzt iſt aus

wirklicher Säure	100
Waſſer	12,7

Nach theoretiſchen Gründen giebt **Thomſon** die Zuſammenſetzung deſſelben an

wirkliche Säure	100
Waſſer	13,43

Thenard und **Gay-Luſſac** α) fanden die Beſtandtheile dieſer Säure

Waſſerſtoff	6,629
Kohlenſtoff	24,050
Sauerſtoff	69,321
	100,000

Nach **Berzelius** β) ſind ihre Beſtandtheile dieſe:

Waſſerſtoff	3,951
Kohlenſtoff	36,167
Sauerſtoff	59,882
	100,000

Den Grund der Abweichung von den Angaben der Herren **Thenard** und **Gay-Luſſac** von den des Herrn **Berzelius** findet letzterer darin, daß die Weinſteinſäure, welche von den beyden, **Thenard** und **Gay-Luſſac**, unterſuchet wurde, 34,54 Waſſer enthielt, und daß, wenn dies abgezogen wird, ſeine Analyſe mit jener ziemlich zuſammenſtimmt.

Wellen (Zuſ. z. S. 576. Th. V.). Da bisher die Theorie der wellenförmigen Bewegungen von mehren Mathematikern und Phyſikern mit Beſeitigung mancher Schwierigkeiten entwickelt war, es aber an hinreichenden Experimentaluntersuchungen dieſes ſchwierigen Gegenſtandes fehlte, ſo unternahmen es die beyden Brüder, Ernſt

α) Recherches physico-chimiques Vol. II. p. 304.
β) Gilbert's Annalen der Phyſik B. XL. S. 247 ff.

Heinrich **Weber** zu Leipzig, und **Willh. Weber** zu Halle, eine auf Verſuche gegründete Wellenlehre zu entwerfen *). Sie gehen hiebey vorzüglich von der ſchwingenden Bewegung aus. Unter Schwingung verſtehen ſie jede Bewegung der Theile, vermöge welcher ſie ſich der Lage des Gleichgewichts (oder der im ruhigen Zuſtande) abwechſelnd nähern und davon entfernen. Sie wird unterſchieden in fortſchreitende und ſtehende Schwingung, welcher Hauptunterſchied von den bisherigen Phyſikern zu ſehr iſt vernachläſſiget worden. Die fortſchreitende ſchwingende Bewegung, oder eigentliche **Wellenbewegung** kommt in der Natur am häufigſten vor, und iſt nur eine Form, die während ihres Fortrückens immer von andern Theilen des Körpers gebildet wird; ſie läßt ſich an einem ausgeſpannten Seile ſehr gut beobachten. Die Bewegung der Welle iſt von der Bewegung der Theilchen ſehr verſchieden. Auf dieſe Wellenbewegung hat man zu wenig Rückſicht genommen, außer bey der Verbreitung des Schalles durch die Luft und bey den Waſſerwellen. Die ſtehende Schwingung kommt weniger häufig vor. Man hat ſie faſt nur an tönenden Körpern genauer beobachtet, ſie iſt aber, wie die Herren **Weber** gefunden haben, auch an tropfbar Flüſſigen möglich. Die Unterſchiede beyder Arten von Schwingungen ſind dieſe: 1. bey der ſtehenden ſchwingen alle Punkte gleichzeitig, bey der fortſchreitenden ſucceſſiv, und die zuerſt in Bewegung geſetzten ſind die Urſache der ſucceſſiven Schwingung anderer; 2. bey der ſtehenden Schwingung wirken alle Punkte wechſelſeitig gleichförmig auf einander, dagegen iſt bey der fortſchreitenden Schwingung oder Welle die Spannung zwiſchen den Theilchen ungleich groß, ſie ſchreitet alſo nach der Seite fort, wo die Spannung geringer iſt; 3. bey der

---

*) Wellenlehre auf Experimente gegründet, oder über die Wellen tropfbarer Flüſſigkeit, mit Anwendung auf die Schall- und Lichtwellen. Leipz. 1825 8.

ſtehenden Schwingung wird jedem Theile von entgegengeſetzten Seiten eine gleich große Bewegung mitgetheilt, bey der Wellenbewegung aber nur von der Seite, von welcher ſie herkommt. Die ſtehenden Wellen können entweder dadurch erregt werden, daß alle Theile des Körpers gleichzeitig in Bewegung verſetzet werden (welcher Fall gewöhnlich bey Berechnungen und Erklärungen iſt vorausgeſetzet worden, aber in der Wirklichkeit ſelten vorkommt) oder dadurch, daß mehre gleich breite Wellen, deren Breite einem aliquoten Theile der Linie oder Fläche gleichkommt, einander mit gleicher Kraft in entgegengeſetzter Richtung begegnen, und dadurch ihre fortſchreitende Schwingung in eine ſtehende verwandeln. Dieſer letzte Fall kommt am gewöhnlichſten vor, iſt aber von den Mathematikern und Phyſikern zu wenig berückſichtiget worden.

Zuerſt werden die fortſchreitenden Schwingungen oder die Wellenbewegungen tropfbarer Flüſſigkeiten unterſuchet. Die erregenden Kräfte wirken entweder nur augenblicklich, oder ſie fahren in ihrer Wirkung fort, als im erſten Falle durch Druck, Stoß u. ſ. im zweyten durch Winde u. ſ. w. Ein Stoß erregt mehre Wellen, und jede Welle eine hinter ſich, die faſt eben ſo breit iſt. Vor der erſten großen Welle bilden ſich einige concentriſche, welche Poiſſon Zähne der Wellen nennt.

Die Herren **Weber** nennen den über dem Niveau der Flüſſigkeit erhabenen Theil der Welle den **Wellenberg**, und den unter demſelben befindlichen das **Wellenthal**. Als Grenze einer Welle betrachten ſie das Niveau der Flüſſigkeit, und jede Welle beſteht aus einem Wellenberge und einem Wellenthale, von welchen entweder das eine oder das andere vorausgehen kann. Die Geſtalt eines Wellenbergs und Wellenthals iſt nach Höhe und Tiefe, Breite und Länge zu beſtimmen. Die Wellen ſind nicht blos Erſcheinungen auf der Oberfläche, ſondern ſie erſtrecken ſich in eine beträchtliche Tiefe. Die Urſache, warum man bisher auf die Wellenbewegung

im Innern einer Flüſſigkeit weniger geachtet hat, lag in der Schwierigkeit, dieſe Bewegungen anſchaulich zu machen. Die Herren Weber haben dieſe Schwierigkeit vollkommen beſeitiget durch ein von ihnen angewandtes Inſtrument, das ſie Wellenrinne nennen. Es beſteht dies aus einem langen und ſchmalen parallelepipedischen Gefäße, welches mit der zu unterſuchenden Flüſſigkeit gefüllt wird, und deſſen mit hinreichend ſtarken Strebungen verſehenen Seitenwände von Glas ſind, um den ſenkrechten Durchſchnitt der Welle hiedurch zu ſehen, ſo wie auch ſowol mit bloßen Augen, als mit Vergrößerungsgläſern die Bewegung der im Innern des Waſſers ſchwebenden Theilchen. Die kleinere Wellenrinne war im Lichten 5 Fuß 4 Zoll Pariſ. M. lang, 6,7 Linien breit, und über 8 Zoll tief; die größere 8 Fuß lang, 1 Zoll $4\frac{1}{2}$ Linie breit und $2\frac{1}{2}$ Fuß tief. Die Geſtalt der Wellenberge hat ſich auch ſelbſt abgebildet auf einer eingeſetzten mit Mehl beſtäubten Schiefertafel, von welcher der Staub durch die Flüſſigkeit weggewiſcht ward. Die Höhe der Wellen iſt immer im Verhältniß ihrer Breite ſehr gering. Die Tiefe der Wellenthäler ließ ſich mittelſt eines leicht beweglichen Zirkels meſſen. Um die Breite der Welle zu finden, durfte nur die genau beſtimmte Geſchwindigkeit mit der in Sekunden ausgedruckten Zeit, in welcher eine Welle um ſo viel, als ihre Breite beträgt, fortrückt, multipliciret werden.

Ueber die Bewegung der einzelnen Theilchen einer Flüſſigkeit bey der Entſtehung und Fortbewegung der Wellen ſind manche neuere Anſichten aufgeſtellt worden, die viele Erſcheinungen naturgemäß zu erklären ſcheinen. Die Welle iſt eigentlich kein Körper, ſondern nur die Form der Geſammtheit von Flüſſigkeitstheilchen, in welcher ſich nach und nach andere Theile vereinen, vorn eintretend und hinten austretend; ſie iſt daher nur ein Fortrücken dieſer Form. Die Schwingungsbahnen der Flüſſigkeitstheilchen laufen in ſich ſelbſt, oder ſind dem Anſcheine nach Ellipſen in der Vertikalebene, wenn

Wellenberg und Wellenthal ungefähr von gleicher Größe ſind, außerdem aber laufen ſie nicht in ſich zurück. Die dem Anſchein nach elliptiſchen Bahnen der Theilchen nähern ſich nahe an der Oberfläche mehr dem Kreiſe; mit Zunahme der Tiefe werden ſie geſtreckter, ſo daß ſie endlich mit einer horizontalen Linie zuſammenfallen. Mit der Tiefe nehmen beyde Durchmeſſer an Größe ab, doch mehr der ſenkrechte Durchmeſſer, wahrſcheinlich als Wirkung des Bodens. Die Bewegung der Flüſſigkeitstheilchen iſt in einer 350 mal größern Tiefe, als die Höhe der Welle, noch ſichtbar. Die horizontal hinter einander liegenden Theilchen kommen nach und nach in Bewegung; in der Tiefe iſt aber kein allmähliges Fortſchreiten zu bemerken. Die Bahnen kreuzen ſich zwar, aber nie treffen ſich die Theilchen und ſtören einander nicht. Während ein Theilchen ſeine Bahn durchläuft, ſchreitet die Welle um ſo viel fort, als ihre Breite beträgt. Der ſenkrechte Durchmeſſer der Bahnen kommt mit der Höhe der Wellen überein, der horizontale hat kein beſtimmtes Verhältniß zur Breite der Wellen. Die nahe an der Oberfläche liegenden Theilchen durchlaufen ihre Bahn nicht ganz ſo geſchwind, als die ſenkrecht unter ihnen befindlichen, von der Oberfläche entferntern Theilchen. Wenn ein Theilchen in umdrehende Bewegung verſetzt iſt, ſo wiederholt es ſeine Umdrehung, welche aber immer kleiner wird, und in kürzerer Zeit geſchieht. Bey der Entſtehung der Wellen läßt ſich die anfängliche Bewegung nicht wahrnehmen, ſondern nur ohngefähr ſchätzen. Doch lehren die Verſuche 1. daß eine gleichzeitige Verſchiebung der Theilchen bis zu großen Tiefen geſchieht, 2. daß jedes Flüſſigkeitstheilchen nach ſeiner verſchiedenen Lage in einer andern Richtung ſich zu bewegen anfängt, 3. daß im Innern keine Zwiſchenräume oder Lücken in dieſen Bewegungen entſtehen können.

Zur Beſtimmung der Geſchwindigkeit, womit die Wellen ſich bewegen, eigneten ſich die Meereswellen

nicht. Weil Wellen, welche an Länge zunehmen, immer langſamer werden, ſo mußten ſie in einem Gefäße mit parallelen Seitenwänden, wie die Wellrinne war, gemeſſen werden. Es ergab ſich hieraus, daß ſich die Geſchwindigkeit mit der Tiefe der Flüſſigkeit, aber in einem geringern Verhältniſſe, vermindert. Das ſpecifiſche Gewicht der Flüſſigkeit ſcheint keinen Einfluß auf die Geſchwindigkeit zu haben, wohl aber die Nähe des Bodens. Sie hängt nicht, wie man behauptet hat, von der Breite der Welle ab, ſondern von ihrer Größe, d. i. Höhe und Breite zugleich. Auch die Maſſe und Geſchwindigkeit des ſtoßenden Körpers hat Einfluß darauf. Bey dem Fortſchreiten zwiſchen parallelen Wänden vermindert ſich die Höhe, aber die Breite vergrößert ſich, die Geſchwindigkeit bleibt alſo faſt unverändert. Mit Zunahme der Länge vermindert ſich, mit deren Abnahme vergrößert ſich Geſchwindigkeit und Höhe. Die langſamſten Wellen waren die von Queckſilber auf einer ſchiefen Ebene.

Um die Veränderungen in der Geſtalt der Wellen bey ungehinderter und gehinderter Bewegung zu erkennen, wurden ſehr viele Verſuche angeſtellt. In verſchiedenen Hinſichten unterſcheiden ſich die Wellen tropfbarer Flüſſigkeiten von den Schall- und Licht-Wellen, weil letztere als hohle Kugelformen zu betrachten ſind. Bey dieſen iſt die Dicke das, was bey den Waſſerwellen Höhe und Breite ſind. Auch hangen die Licht- und Schall-Wellen von dem elaſtiſchen Medium ab, durch welches ſie gehen, die Wellen tropfbarer Flüſſigkeiten aber wenig von deſſen Dichtigkeit. Daher iſt die Geſchwindigkeit der Wellen in elaſtiſchen Flüſſigkeiten, ſo lange ſie in demſelben Medium bleiben, immer dieſelbe, in tropfbaren aber nicht. Dieſe Verſchiedenheit rührt daher, weil die Schall- und Licht-Wellen nach drey Dimenſionen, die Wellen tropfbarer Flüſſigkeiten aber nur nach zwey Dimenſionen fortſchreiten, und weil letztere Flüſſigkeiten wenig compreſſibel ſind. In Anſehung der Ver-

änderung der Länge der Wellenlinie beym Fortſchreiten bildet jede auf einer freyen Oberfläche fortgehende Welle jederzeit eine in ſich ſelbſt zurückgehende, nie eine offene Figur. Der Raum kann vergrößert und verkleinert werden. Bey kreisförmigen ungehinderten Wellen gehen alle Punkte in der Richtung des Radius gleichzeitig und gleich weit fort, bey abweichenden Geſtalten nähern ſie ſich immer mehr der kreisförmigen. Die Durchkreuzung der Wellen kann ſo geſchehen, daß entweder Abſchnitte derſelben Welle, oder zweyer Wellen ſich durchkreuzen. Das erſtere wird durch Erſchütterung des mit der Flüſſigkeit angefüllten runden Gefäßes hervorgebracht, das zweyte geſchah durch Erregung der Wellen an den zwey entgegengeſetzten Enden der Wellenrinne. Hiebey wurde beſonders genau unterſuchet, 1. wie die Geſtalt der Wellen ſich verändert, wenn ſie in einander fallen, 2. wie dabey die Bahnen der einzelnen Flüſſigkeitstheilchen ſich verändern, 3. ob ſich die Geſchwindigkeit ändere. Zwey Wellenberge vereinigen ſich zu einem faſt noch einmal ſo hohen; zwey Wellenthäler faſt noch einmal ſo tiefen. Die Höhe eines einzelnen Wellenberges verhielt ſich zu der des vereinigten ohngefähr wie 26 : 47, hierauf trennen ſie ſich augenblicklich wieder, und es iſt, als ob ſie durch einander durchgingen. Die Bahn der einzelnen Flüſſigkeitstheilchen ging während der Durchkreuzung faſt ſenkrecht auf und niederwärts. Es fand allemal ein kleiner Zeitverluſt in Folge der Durchkreuzung Statt. Von der Stelle der Interferenz, wenn Wellenberg und Wellenthal durch einander durchgehen, bewegen ſich die Flüſſigkeitstheilchen aufwärts, dann etwas weniges abwärts, bewegen ſich hienächſt in dieſer Höhe horizontal etwas hin und her, und ſinken hernach ſo tief, wie andere Flüſſigkeitspunkte. Beym Abprellen der Wellen werden die Bahnen ſenkrecht, und es iſt die Zurückwerfung von einer feſten Ebene der von einer andern Welle ganz ähnlich. Bey der Zurückwerfung der Wellen, welche unter irgend einem Winkel auf eine Ebene

fallen, zeigten ſich in einem elliptiſchen mit Queckſilber gefüllten Gefäße, wie auch in einem kreisförmigen, wenn die Wellen in der Hälfte eines Radius erregt werden, ſehr merkwürdige Figuren.

Ueber die **ſtehende Schwingung** tropfbarer Flüſſigkeiten ſind ganz neue Unterſuchungen angeſtellt worden. Es können ſtehende Schwingungen an tropfbaren Flüſſigkeiten eben ſo gut Statt finden, als an feſten Körpern, wenn ſie tönen, wobey die Wellen nicht in horizontaler Richtung fortrücken, ſondern an ihrem Orte bleiben, und nur eine ſenkrechte Bewegung haben, wodurch Wellenberge in Wellenthäler, und ſo umgekehrt, abwechſelnd verwandelt werden. Wenn nämlich ein regelmäßiger rings umſchloſſener Raum ganz erfüllt iſt, ſo daß eine regelmäßig abwechſelnde Vereinigung und Trennung benachbarter, nach entgegengeſetzter Richtung fortſchreitender Wellen Statt findet, verwandeln ſich fortſchreitende Wellen durch eine ſich wiederholende regelmäßige Durchkreuzung in ſtehende. Hiebey bewegen ſich die Flüſſigkeitstheilchen nicht in Curven, die in ſich ſelbſt zurücklaufen, ſondern gehen durch dieſelben Punkte der Bahn wieder zurück, durch welche ſie vorwärts gegangen waren. In der Mitte der Wellenberge und Thäler ſenkrecht auf- und abwärts, an den andern Stellen in mehr oder weniger gekrümmten Bahnen (gerade ſo, wie es auch bey Schwingungen feſter Körper iſt). Manche von dieſen beſchriebenen und abgebildeten Figuren ſtehender Wellen tropfbarer Flüſſigkeiten kommen ganz mit Klangfiguren der Scheiben überein, und ſind auch auf dieſelbe Art zu erklären. Stehende Schwingungen können auf dem Meere und auch ſonſt bisweilen in einem mehr oder weniger vollkommenen Grade entſtehen.

Die durch Erfahrung aufgefundenen Wellenerſcheinungen dienten den beyden Herren **Weber** nicht nur zur Gründung einer richtigen Theorie der Wellenlehre, ſondern auch ſelbſt zur Vergleichung mit den Reſultaten

der bisher aufgeſtellten Wellentheorien, wohin vorzüglich die Theorien der Herren Newton, Graveſande, d'Alembert, La Grange, La Place, Flaugergues, Gerſtner, La Coudrage, Bremontier, Poiſſon, Cauchy und Bidone gehören. Der Stoß iſt zwar die Urſache der Entſtehung, nicht aber des Fortſchreitens der Wellen, und verbreitet ſich mit großer Geſchwindigkeit durch das Waſſer. Die Kraft, welche das Fortſchreiten der Wellen bewirkt, iſt die Schwerkraft. Wenn die Waſſertheilchen gehindert werden, auszuweichen, bringt der Stoß in großer Entfernung Bewegung hervor, außerdem aber nur in der Nähe. Poiſſon's entwickelte Theorie wird für die wichtigſte gehalten; dieſer that es für den Fall, wo die Erregung durch das Emporheben eines eingetauchten Körpers veranlaßt worden iſt.

Was die Unterſuchungen über die Schall- und Licht-Wellen betrifft, welche den zweyten Haupttheil ausmachen, ſo müſſen dieſe ſelbſt nachgeleſen werden.

M. ſ. Kaſtner's Archiv für die geſammte Naturlehre B. VII. S. 45 ff.

Weltſyſtem (Zuſ. z. S. 616. Th. V.). Für die vier neuern Planeten ſind die aſtronomiſchen Angaben folgende:

Abſtände von der Sonne
die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne = 1 geſetzt

	größte	mittlere	kleinſte	Excentricität
Veſta	2,5565	2,3551	2,1538	0,2014
Juno	3,3512	2,6992	1,9872	0,6820
Ceres	2,9842	2,7674	2,5506	0,2168
Pallas	3,4474	2,7690	2,0905	0,6784

Neigung der Bahnen

Veſta	7° 8′ 11″
Juno	13° 4′ 26″
Ceres	34° 37′ 41″
Pallas	10° 37′ 34″

	Umlaufszeiten														
	ſyderiſche					tropiſche					ſynodiſche				
	J.	T.	St.	M.	S.	J.	T.	St.	M.	S.	J.	T.	St.	M.	S.
Veſta	3	224	13	41	17	3	224	9	15	47	1	139	19	—	—
Juno	4	131	16	57	51	4	131	10	30	21	1	108	17	—	—
Ceres	4	220	13	3	39	4	220	6	52	6	1	101	9	—	—
Pallas	4	221	22	47	44	4	221	15	35	51	1	101	6	—	—

(Zuſ. z. S. 618.). Die daſelbſt angeführte Progreſſion in den Planetenentfernungen von der Sonne wurde im Jahre 1801 dem Herrn Bode, im Jahre 1802 aber dem Herrn Titius in Wittenberg zugeſchrieben. Allein letzterer ſagt in den Noten zu Bonnet's Nachrichten über die Natur. Viert. Aufl. 1783. S. 14, daß dies bewundernswürdige Verhältniß und dergleichen Betrachtung, welche nach Bonnet zuerſt von Herrn Lambert bemerkt zu ſeyn ſcheine, bereits der Freyherr v. Wolff vor mehr als 40 Jahren in ſeiner deutſchen Phyſik vorgetragen habe. Die Stelle, von welcher Titius wahrſcheinlich ſpricht, ſteht in Wolff's vernünftigen Gedanken von den Abſichten der natürlichen Dinge *). Sie lautet alſo: die Planeten, welche ſich um die Sonne bewegen, ſtehen ſehr weit von einander. Wenn man die Weite der Erde von der Sonne in 10 gleiche Theile eintheilet, ſo bekommt die Weite des Merkurs von ihr 4, der Venus 8, des Mars 15, des Jupiters 52, des Saturnus 95 — —.

Solchergeſtalt ſtehen Merkur und Venus 3, Venus und Erde gleichfalls 3, Erde und Mars 5, Mars und Jupiter 37, Jupiter und Saturnus 43 Theile von einander.

Wolff ſagt aber nicht, ob er dieſes entdeckt oder entlehnet habe. Seine Zahlen weichen übrigens bey Mars und Saturn von der bekannten Reihe etwas ab, welche nicht 15 und 95, ſondern 16 und 100 ſetzt. Es ſcheint daher nicht, daß Wolff eigentlich an die hier p. 617.

*) Vierte Auflage Halle 1741. Cap. VIII. Vom Bau der Welt. p. 85. S. 139 ff.

angeführte Reihe gedacht habe. Auch findet er in der Entfernung zwiſchen Jupiter und Saturn nichts Beſonders, dagegen vielmehr in der zwiſchen Mars und Erde, wo er S. 140. ſpricht: Es ſcheint die Weite zwiſchen Mars und Erde dieſem entgegen zu ſeyn; denn der Raum zwiſchen beyden iſt größer, als zwiſchen Erde und Venus, welcher einerley iſt mit dem Raume zwiſchen Venus und Merkur, und gleichwol iſt Mars viel kleiner als Venus.

Seit der Entdeckung der neueſten Planeten iſt von der Progreſſion der Planeten-Abſtände mehre Mal die Rede geweſen. Herr Gaus bemerkte, daß dieſe Progreſſion beym Merkur gar nicht zutreffe; ſo wie dies auch ſchon vor ihm Herr Wurm behauptet habe. Letzterer zeigt ſogar, daß es etwas leichtes iſt, eine Menge Progreſſionsgeſetze auszuſinnen, wenn man ſich mit einer ungefähren Uebereinſtimmung begnügen wolle. Dabey bemerkt er aber auch ganz richtig, daß ſchon dieſer Umſtand, daß von mehren angeblichen Progreſſionen die eine ſo gut wie die andere mit der Erfahrung ſich reimen laſſe, das Willkürliche in der Vorausſetzung anzeige, und ſchon daher ſchwerlich Geſetze und wahre Progreſſionen Statt finden. Um gerade heraus zu ſagen, was an der Sache ſey, laufe am Ende alles darauf hinaus: Vom Merkur bis zum Mars ſey nach den Beobachtungen jeder folgende Abſtand merklich kleiner, als das Doppelte des vorhergehenden Abſtandes; vom Jupiter bis zum Uranus nähere ſich jeder folgende Abſtand etwas mehr dem Doppelten des vorhergehenden. Dies ſey unläugbare Thatſache, und dieſe ganz einfache Wahrnehmung habe es rechtfertigen können, wenn man zwiſchen Mars und Jupiter, welche allein eine Ausnahme machen, und um mehr als das Dreyfache des vorhergehenden Abſtandes von einander verſchieden ſind, noch einen latirenden Planeten nicht mit Zuverſicht voraus verkündigen, ſondern nur mit Beſcheidenheit habe vermuthen wollen. Dieſe Vermuthung habe aber eine

neue Erſcheinung gelehret, indem zwiſchen Mars und Jupiter ſtatt des einen gehofften Planeten zwey (nunmehr vier) wären entdeckt worden. Wenn man aber wirkliche Progreſſionen in den Planeten-Abſtänden annehmen wollte, ſo wären dieſe nichts mehr, als Künſteleyen, wovon die Natur gar keine Notiz genommen hätte. Sobald man alſo hierauf ein weiteres Syſtem von Schlüſſen aufführen, oder mit ihnen der Erfahrung vorlaufen wolle, ſo fange man an, über aſtronomiſche Gegenſtände nicht zu philoſophiren, ſondern zu träumen.

M. ſ. monatliche Correſpondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde herausgeg. von F. v. Zach Januar 1803. S. 74 ff.

Wetterleuchten (Zuſ. z. S. 625. Th. V.). Es ſcheint noch nicht beſtimmt ausgemacht zu ſeyn, ob dieſe Erſcheinung ein wirklicher Bliß von entfernten Gewittern, oder ob es eine elektriſche Erſcheinung ſey, die auch beym heitern Himmel erfolgen kann. Herr Lampadius hatte das Wetterleuchten für nichts anders erklärt, als das Blißen entfernter Gewitter, welche ſo tief unter dem Horizonte des Beobachters ſtehen, daß er weder ihr Gewölk, noch den elektriſchen Funken ſelbſt, ſondern nur den Schein deſſelben ſehen kann. Dagegen glaubt Herr Brandes [*]), daß wir zwar ſehr oft die Bliße eines ſehr entfernten Gewitters am Horizonte ſehen möchten; allein das eigentlich ſo genannte Wetterleuchten, wo man ſage, die Luft kühle ſich, werde oft bey ganz heiterm Himmel geſehen, wo die Luft ſo heiter ſey, daß wol an 20 Meilen weit an kein Gewitter gedacht werden könne. Was ihm beſonders in der Meinung, das Wetterleuchten entſtehe bey heiterm Himmel, beſtärke, ſey eine Lichterſcheinung hoch über dem Horizont, welche er für ein ſolches Wetterleuchten in ſeiner Nähe zu halten geneigt war. Er erblickte nämlich im Auguſt 1817 bey ſeinen angeſtellten Beob-

*) Beyträge zur Witterungskunde. Leipz. 1820. 8. S. 354 f.

achtungen von Sternſchnuppen an einem ſehr heitern Abend, hoch am Himmel ein plötzliches, nur einen Augenblick dauerndes Licht, welches faſt an derſelben Stelle verloſch, wo es entſtanden war. Dieſer ſchnelle Blitz aus heiterm Himmel konnte in größerer Entfernung gar wol als Wetterleuchten erſcheinen. Auch habe er wol ſonſt ähnliche Lichterſcheinungen geſehen, und da ſie ſich von andern Sternſchnuppen dadurch unterſcheiden, daß ſie mehr einer großen, ſchnell erlöſchenden Flamme glichen, ſtatt daß andere Sternſchnuppen als Funken oder als fortziehende kleine Kugeln erſchienen; ſo ſey die Vermuthung, daß ſie eine eigenthümliche Beſchaffenheit hätten, wenigſtens nicht ohne allen Grund. Daß man ſie ſo ſelten über ſich und das Wetterleuchten am Horizont ſo oft ſehe, ſey eben nicht unbegreiflich, da alle in geringerer Höhe als 5 Grad erſcheinenden Lichtphänomene, wenn ſie 5000 Fuß hoch über der Erde entſtünden, auf einem 18 Meilen breiten Ringe um uns herum im Zenithe ſtehen könnten; dieſer Ring, deſſen innerer Halbmeſſer 2½ Meilen, der äußere 20 Meilen ſey, habe ungefähr 1200 Quadratmeilen Inhalt, ſtatt daß der innere Kreis etwa 20 Quadratmeilen enthalte; man könne alſo 60 Blitze auf 0 bis 5 Grad ſehen, ehe man einen dem Zenith näher zu ſehen bekomme.

Herr Lampadius *) bemerket dagegen, daß man noch nie ein Wetterleuchten aus hellem Himmel im Zenith, ſondern immer am Horizont erblickt habe. Kämen auch einzelne Fälle vor, wo ſich aus ſtark elektriſirten Wolken elektriſche Lichtmaſſen ohne Donner entwickelten, ſo ſeyen dieſe doch ſo ſelten, daß ſie der gegebenen Erklärung des gewöhnlichen Wetterleuchtens keinen Eintrag thun könnten. Zugleich theilet er eine Beobachtung des Wetterleuchtens, welche er zu Teplitz den 3ten Septemb. 1823 gemacht hat, mit, aus welcher nach ihm hervorgeht, daß die Erſcheinung des Wetter-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXXIV. S. 432 ff.

leuchtens durchaus nichts anders ſeyn könne, als das Blitzen entfernter Gewitter. An dieſem Tage ſtanden nämlich kleine Gewitter am Himmel langſam ziehend. Sie beſtanden, mehrentheils deutlich erkennbar, aus drey Wolkenſchichten: einer dünnen, in Strichwolken auslaufenden, blendend weißen zu oberſt; einer aus ſchönen, hoch aufgethürmten Wolkenmaſſen beſtehenden darunter; und aus einer dritten aus leichten Florwolken gebildeten Schicht, in welcher einige Bewegung wahrnehmbar war, zu unterſt. Während des Untergangs der Sonne und nachher wurde der ganze Himmel wolkenleer. Nach der Dämmerung fieng das Wetterleuchten an, und dauerte bis zu der Morgendämmerung fort. Beym Aufgehen der Sonne um $5\frac{1}{2}$ Uhr war der Oſten des Horizontes ſo wie das Zenith noch ganz helle; hingegen zeigten ſich hinter dem Kamme des Erzgebirges hie und da, Spuren von aufſteigenden Gewittern. Um 7 Uhr ſtanden ſchon deren drey deutlich da, und man vernahm entfernten Donner; dieſe zogen herauf und ſo ging das Wetterleuchten allmälig in Gewitter über.

Wind (Zuſ. z. S. 653. Th. V.). Ueber die Entſtehung der verſchiedenen Arten der Winde iſt noch wenig Sicheres bekannt. Was die periodiſchen Winde betrifft, ſo hangen dieſe wahrſcheinlich von den Ungleichheiten der Temperaturen ab, welche zum Theil aber auch in der Abwechſelung des Tages und Nachtes ihren Grund haben. In Anſehung der veränderlichen Winde aber können ſo mancherley Urſachen vereint zuſammenwirken, die wir, jederzeit zu beſtimmen, nicht im Stande ſind. Einige Erſcheinungen, welche mit den Fortſchritten neuer Thatſachen genügender zu erklären verſucht ſind, ſollen hier beſonders angeführt werden.

Es iſt eine allgemein bekannte Erfahrung, daß an manchen heitern und ſehr warmen Tagen, an welchen nur einzelne Wolken bisweilen die Sonne verdecken, zugleich ein kalter Wind beobachtet wird. Die Richtung dieſes Windes iſt mit der zu dieſer Zeit herrſchenden Rich=

tung des Windes, nach welcher auch die Wolken in der Atmoſphäre hinziehen, völlig einerley, und es ſcheint daher nicht, als ob dieſer Wind von der Wolke, welche die Sonne verdeckt, herrühre. Der Grund von der Entſtehung dieſes Windes ſcheint bisher noch nicht befriedigend erklärt worden zu ſeyn. Nach Herrn **Brandes** *) läßt ſich dieſe Erſcheinung am genügendſten auf folgende Art erklären: Wenn die Luft nahe über der Erde ziemlich erwärmt iſt, und man ſtellte nun plötzlich einen Körper vor die Sonne, welcher einen beträchtlichen Raum beſchattete, ſo müßte es hier ſogleich kälter werden. Offenbar würde dieſe erkaltete Luft, indem ſie ſich verdichtet, ein Zuſtrömen der umgebenden Luft in den höhern Schichten und ein Ausſtrömen der kältern Luft in den untern Schichten bewirken; nahe an der Erde würde man alſo an den Grenzen jenes beſchatteten Raumes einen von dieſem Raume abwärts gehenden Wind fühlen. So müßte es ſich alſo verhalten, wenn die beſchattende Wolke, plötzlich vor die Sonne gerückt, ihre Stellung nicht änderte. Gedächten wir uns aber die Wolke fortgehend z. B. durch den Wind von Weſten her fortgetrieben, ſo ſey, indem die öſtliche Grenze des Schattens die Perſon erreicht, welche dieſen Wind wahrnimmt, die lange beſchattete Luft weſtlich von derſelben allerdings auffallend kälter, und der Luftſtrom werde an dieſer Seite des Schattens ganz ſo Statt finden, wie vorhin, d. h. die Perſon werde einen ſtärkern Weſtwind empfinden; an der weſtlichen Grenze des Schattens dagegen könne kein von dem Schatten abwärts gehender Wind bemerkt werden, da die eben erſt aus dem Schatten austretende Erdfläche ſich noch nicht wieder erwärmt habe, und alſo hier höchſtens eine geringere, vielleicht kaum eine merkliche Schwächung des Weſtwindes wegen das bey ſo geringen Temperatur-Unterſchiede kaum bemerkbaren Gegendrucks der kältern Luft Statt finden

*) Beyträge zur Witterungskunde S. 366 f.

könne. So fühlten wir alſo eine Verſtärkung des Windes, welcher die Wolke forttreibe, vorzüglich in dem Augenblicke, wo ihr Schatten uns zu bedecken anfange. Befände der Beobachter ſich da, wo die ſüdliche Grenze jenes Schattens hinfalle, ſo müßte der Weſtwind bey ihm ein wenig nordweſtlich werden, ſo wie der Beobachter, welcher den Schatten an ſeiner Südſeite vorbeygehen ſehe, einen etwas nach Süden abweichenden Weſtwind empfinden müſſe. Es erhelle alſo hier ſchon ein Grund, warum der Wind ſo oft kleine Verſchiedenheiten ſeiner Richtung zeige, und ähnliche möchten oftmals Statt finden.

Zu den Winden, welche durch bloßen Unterſchied der Temperatur entſtehen, läßt ſich auch, nach **Volta's** ſehr wahrſcheinlicher Meinung, der ſehr kalte Wind rechnen, welcher nach Gewittern, die vorzüglich mit Hagel begleitet waren, zu entſtehen pflegt. Die Gegend der Wolken nämlich, wo die Entſtehung des Hagels Statt fand, oder wo das beſtändig mit Erzeugung von Kälte verbundene Gewitter zum Ausbruch kam, wird ohne Zweifel ſo abgekühlt, daß dieſe Kälte, bey der geringen Fortpflanzung der Wärme in der Luft und bey der oft Meilen weiten Ausdehnung jener Wolkengegend, ſich lange Zeit erhalten muß. Dieſe kältere und mithin ſehr verdichtete Luft iſt ſchwerer, als die wärmere untere Luft; daher ſenkt ſie ſich herab, und bringt, indem ſie zuerſt die untere Luft verdrängt, dann aber bey einiger Erwärmung ſich ſelbſt ausdehnet, den kalten Wind von der Erdfläche hervor, welcher theils die Gewitter zu begleiten, theils am nächſten Tage ihnen zu folgen pflegt. Tritt er erſt am nächſten Tage ein, ſo muß man wol annehmen, daß gleich nach dem Gewitter die untere Luft zu ſehr erkältet, mithin zu verdichtet war, und daß dieſerwegen die obere Luft nicht genug die untere an eigener Schwere übertraf, um herabzuſinken: ſobald ſich nun die untere Luft durch die Sonnenwärme des folgenden Tages mehr erhitzt, erhält die obere Luft ein Ueberge-

wicht und ſinkt herab. Der auf dieſe Art nach Gewittern entſtehende Wind iſt nach Volta's Beobachtung ſehr trocken, und dies erklärt ſich gut daraus, daß er zum Theil aus der oberen trockenerem Luft herabkommt, zum Theil urſprünglich noch weit kälter war, mithin alles in Dampfform in ihm enthaltene Waſſer verloren hatte, und folglich durch die in der Nähe der Erde ſchon erhaltene Erwärmung in Stand geſetzet iſt, Waſſerdämpfe aufzunehmen oder ſich uns als austrocknend zu zeigen. Dieſer Wind iſt, den Erfahrungen zu Folge, faſt immer weſtlich, und es wäre daher in der That wünſchenswerth, Beobachtungen dieſer Art an ſolchen Orten zu ſammlen, welche nahe um die Gewittergegend herumliegen, um die Richtung des Windes an verſchiedenen Orten zu vergleichen, und zu erfahren, wiefern ſie ſich als von jener Gegend ausgehend nachweiſen laſſen. Nach Herrn **Brandes** kann man einen Grund, warum dieſer Wind am ſtärkſten und öfterſten von Weſten herkommt, darin ſuchen, daß die höhern Luftſchichten, als gleichzeitig mit den untern einen Umlauf mit der rotirenden Erde vollendend, eine ſchnellere nach Weſten gerichtete Bewegung als die untern haben, alſo einen Weſtwind geben müſſen, wenn ſie herabſinken; allein eine 6000 Fuß hoch über der Erde ſtehende Luftmaſſe, welche in unſern geographiſchen Breiten plötzlich zur Oberfläche der Erde herabkäme, könnte noch nicht einmal eine relative Bewegung von 1 Fuß in einer Sekunde haben, oder kaum einen Weſtwind von 1 Fuß Geſchwindigkeit hervorbringen; dieſe Urſache könne alſo nur einen geringen Einfluß auf die Richtung des Windes haben.

Daß die Verſchiedenheit der Temperatur in den meiſten Fällen der entſtehenden unregelmäßigen Winde eine vorzüglich mitwirkende Urſache iſt, ſcheint gar nicht zweifelhaft zu ſeyn; allein ohne Zweifel liegt die Haupturſache derſelben in mancherley zuſammenkommenden Umſtänden, die uns größtentheils noch unbekannt ſind. Bey

ſchnellen Zerſetzungen in der Atmoſphäre, wobey wahrſcheinlich die elektriſche Kraft ſich thätig erweiſet, entſtehen gewöhnlich heftige Stürme und Orkane. Was für eine Verbindung das Barometer mit ſolchen ſchnell entſtehenden Stürmen hat, iſt bis jetzt bey weiten durch Beobachtungen nicht ausgemacht. M. ſ. hievon den Artikel: Barometerveränderungen. Dergleichen Stürme kommen bey uns gewöhnlich aus Weſten, und zeigen mit dem Fortrücken der Gegend, wo das Barometer am tiefſten ſteht, einen genauen Zuſammenhang. Um die völlig unbekannten Urſachen, welche dies Fortrücken beſtimmen, zu erforſchen, müßten Beobachtungen über dieſes Fortrücken des tiefſten Barometerſtandes nicht allein aus Europa bekannt ſeyn; denn es könnte möglich ſeyn, daß dieſe mächtigen Phänomene von den großen Meeren ausgiengen, und ſich bey uns nur deswegen von Weſten nach Oſten fortpflanzten, weil uns das Meer gegen Weſten liegt.

Ein merkwürdiger Umſtand bey den Stürmen iſt noch das dabey ſo häufig vorkommende Wechſeln in der Richtung des Windes. An der Nordſee hält man die Stürme am gefährlichſten, und findet, daß ſie die höchſten Fluthen bringen, welche in Südweſt anfangen, und ſich dann nach Nordweſt wenden, und eben dieſe Aenderung des Windes bemerkt man in Norwegen bey den Wintergewittern. Bey den Orkanen in den heißen Weltſtrichen iſt dieſes Umlaufen des Windes noch auffallender.

Auch bey dieſen Windſtürmen nimmt man gewöhnlich ein tiefes Fallen des Barometers wahr. Die ſchrecklichſten Orkane ereignen ſich nach der Angabe in den Reiſebeſchreibungen auf den Antillen. Sie ſind gewöhnlich mit den heftigſten Regengüſſen, mit Gewitter und oft auch mit Erdbeben begleitet. Beſonders merkwürdig bey ihnen iſt der Wechſel in der Richtung des Windes. Gewöhnlich ſoll bey dieſen Orkanen der Wind den ganzen Compaß durchlaufen.

Die Vorzeichen, wodurch dieſe heftigen Orkane angedeutet werden, werden verſchiedentlich angegeben. Auf den Antillen geht ihnen eine drückende Schwüle, gänzliche Windſtille vorher, und die Sonne ſieht roth aus. Auf Isle de France glaubt man in dem Ausſehen der Sonne beym Untergange ein Vorzeichen des Sturms zu haben, und die Neger auf den Gebirgen wiſſen ihn voraus. Nach Kruſenſtern beſteht dies Ausſehen in einer glanzloſen, bleichen Farbe der Sonne. Sehr viele Phyſiker ſind der Meinung, daß dergleichen Orkane vorzüglich beym Neu- und Vollmond entſtehen, wie mehre Beobachtungen dieſe zu beſtätigen ſcheinen, obgleich auch andere Phyſiker dieſen Einfluß im Stande des Mondes nicht wahrgenommen haben wollen.

Ueber die Entſtehung der Wirbelwinde und der mit ihnen verwandten Waſſerhoſen und Tromben liegen die Urſachen noch ganz im Dunkel. Offenbar iſt es, daß bey ihnen die drehende Bewegung der Luft Statt findet; daher ſcheint auch die Meinung derer nicht ganz ohne Grund zu ſeyn, welche behaupten, daß in der ſchnellen kreiſelnden Bewegung der Luftmaſſe vermöge der Schwungkraft eine in der Mitte ſtark verdünnte Luft entſtehe, und durch den Druck der umgebenden Luft die hier aufſteigenden Körper in das Vakuum hinaufgetrieben werden. Allein hieraus würde natürlich folgen, daß die Höhe eines ſolchen Wirbelwindes nur über 30 Fuß Höhe ſeyn könnte, und die großen Zerſtörungen, welche Erſcheinungen dieſer Art anrichten, beſonders das Hinaufziehen feſter Körper, möchten ſich doch durch einen ſolchen Druck der umgebenden Atmoſphäre nicht hinreichend erklären laſſen. Außerdem iſt aber auch die Entſtehung einer ſolchen ungemein ſchnellen Drehung ſelbſt höchſt räthſelhaft. Ohne Zweifel iſt bey ſolchen Winden die Elektricität mit im Spiel. Merkwürdig iſt aber auch hier die dieſer Erſcheinung gewöhnlich vorangehende und folgende gänzliche Stille, und noch merkwürdiger iſt, daß außer dem kleinen Raume, durch welchen die drehende

Luftmaſſe fortgeführet wird, manchmal gar keine Spur vom Winde zu bemerken iſt.

Daß übrigens eben nicht in ſehr großen Höhen der Atmoſphäre über der Erdoberfläche ſehr häufig entgegengeſetzte Winde wehen, haben beſonders die Luftſchiffahrten in den neueren Zeiten genügend gelehret. Dieſe verſchiedenen, oft einander entgegengeſetzten Luftſtröme mögen auch wol die Veranlaſſung zu der gänzlichen Stille an heitern Sommerabenden geben. Indem nämlich die obern Luftſchichten herabſinken, und wahrſcheinlich die Feuchtigkeit aus den höhern Regionen der Atmoſphäre herabbringen, entſteht hier eine Miſchung ſolcher Theilchen, die an der entgegengeſetzten Geſchwindigkeit der verſchiedenen Luftſtröme Theil nehmen, welche mithin, indem ſie ſich miſchen, gegenſeitig ihre Geſchwindigkeit aufheben, und ſo eine gänzliche Windſtille erzeugen.

Wismuth (Zuſ. z. S. 686. Th. V.). Der Wismuth verbindet ſich nach den neuern Erfahrungen mit Sauerſtoff in zwey verſchiedenen Verhältniſſen. Im oxydirten Zuſtande (als gelbe an kalte Körper angelegte Blumen) iſt es zuſammengeſetzt

nach Klaproth und Buchholz	aus 100	Metall	+ 12	Sauerſtoff
— John Davy	. . 100	—	+ 11,111	—
— Lagerhjelm	. . 100	—	+ 11,275	—
— Thomſon	. . 100	—	+ 11,3	—

Im oxydulirten Zuſtande wird der Wismuth erhalten, wenn man es einige Zeit in offenen Gefäßen im Fluß erhält. Die dadurch gewonnene ſogenannte **Wismuth-Aſche** giebt dieſen Zuſtand.

(Zuſ. z. S. 687.). Auch mit Jod verbindet ſich der Wismuth unter Entbindung von Wärme ſehr leicht. Die Zuſammenſetzung hat eine oraniengelbe Farbe, iſt im Waſſer unauflöslich, läßt ſich aber in einer kauſtiſchen Kalilauge ohne einen Niederſchlag zu veranlaſſen auflöſen. Aus theoretiſchen Gründen giebt **Thom-**

ſon das Verhältniß der Beſtandtheile derſelben alſo an: Jod 15,625 und Wismuth 8,875.

Wolken (Zuſ. z. S. 691. Th. V.). Den erſten glücklichen Verſuch, die manchfaltigen Geſtalten der Wolken unter eine allgemeine Claſſification zu bringen, hat **Luk. Howard** *) gemacht. **Howard** unterſcheidet drey weſentlich von einander verſchiedene Hauptformen der Wolken, an welche ſich noch vier, theils als Uebergänge aus der einen in die andere, theils als aus mehren Formen verbunden, anſchließen. Zu den drey einfachen Hauptformen gehören

1. der *Cirrus*, oder die **Locken- oder Federwolke**; ſie beſteht aus zarten Fäden, welche entweder als eine kaum ähnliche Verzweigung, oder als herabhangende haarförmige Locken, oder als feine parallele Faſern, oder als ein Gewirre feiner Fäden, welche aus einem etwas dichtern Theile entſpringen, erſcheinen.

2. Der *Cumulus*, oder die **Haufenwolke**; dieſe erſcheinet in ihrer einfachſten Form als Halbkugel über einer genau horizontal abgeſchnittenen Grundfläche; gewöhnlich häufen ſich aber mehre ſolcher einzelnen Halbkugeln zuſammen, und bilden nachher Wolken, welche am Horizont ſich befinden, und einem Gebirge mit glänzenden Gipfeln, theils hell beleuchtet, theils dunkel ſchattirt, gleichen.

3. Der *Stratus*, oder die **Schichtwolke**; dieſe beſteht aus einer ausgedehnten, ſtetig zuſammenhängenden horizontalen Schicht. **Howard** verſteht unter der eigentlichen Schichtwolke die niedrige Nebelſchichte, die man an heitern Sommerabenden über Wieſen liegen ſieht, und welche ſich an ſchönen Tagen beym Sonnenaufgang wieder verliert; jedoch werden auch andere Nebel hieher gerechnet.

---

*) *Tillock's* Philos. Magazin N. 62. und Bibliot. Britann. Vol. 27. p. 185 f. überſ. in Gilbert's Annalen der Phyſik B. XXI. S. 173 ff. B. LI. S. 1 ff.

An die erſte einfachſte Wolkenform ſchließen ſich folgende zwey Modiſikationen an:

4. der *Cirro-cumulus*, oder die **federige Haufenwolke**, von dem gemeinen Mann gewöhnlich **Schafwölkchen** genannt; dieſe ſind nach **Howard** die zarten, runden, in Reihen geordneten Wolken; ihrer Form nach ſcheint ſie den Haufenwolken zuzugehören, aber ihrer innern Bildung nach, und als hochſtehende leichte, glänzende Wolken, auch durch ihre Entſtehung ſind ſie offenbar der Federwolke viel näher verwandt. Man verwechſelt oft mit dieſen federigen Haufenwolken die nächſtfolgende Art.

5. *Cirro-ſtratus*, oder **federige Schichtwolke**, die man auch wohl Schäfchenwolke zu nennen pflegt; dieſe beſteht aus flachen Wolkenblättchen, auch wol aus kurzen faſerigen Theilen, welche jedoch ſchon verdichteter erſcheinen, als die eigentlichen Federwolken; ſie bildet jederzeit eine horizontale, oder ein wenig geneigte und oft weit ausgedehnte Schicht, welche, wenn ſie über uns ſteht, als aus einer Menge zarter Wölkchen beſtehend, erſcheint, am Horizonte aber, wo man ihren lothrechten Querſchnitt ſieht, ſich als eine lange dichte Wolke von ſehr geringer Breite, oft nur wie ein ſehr langer horizontaler Stab zeigt. Da die kleinen Wolken, aus welchen ſie beſteht, oft einen den ganzen Himmel weißlich bedeckten Nebel auszumachen, und bisweilen ganz in dieſe nebliche Umgebung zerfloſſen zu ſeyn ſcheinen, ſo bildet ſie einen Uebergang zu einer Art von Schichtwolke, welche als horizontal ausgebreiteter Nebel über uns ſteht. Auch macht ſie wol den Uebergang zur Haufenwolke, wenn ihre leichten, federigen und haarförmigen Theile ſich verdichten, und das dunkelere und dichtere Anſehen der Haufenwolke annehmen, welche alsdenn zwar nicht ganz in ihrer kugelförmigen Geſtalt erſcheinet, aber doch offenbar aus zuſammengehäuften Theilen beſteht.

In der fernern Ausbildung geht die Haufenwolke in zwey andere Modiſikationen über, welche von zuſam-

mengeſeßter Structur ſind. Nach Howard ſind ſie folgende:

6. der *Cumulo-ſtratus*, oder die gethürmte Haufenwolke; dieſe beſteht aus einer mit dem Cirro-ſtratus oder mit dem Cirro-cumulus vermengten Haufenwolke. Dann erblickt man gewöhnlich die Gebirgen ähnliche Haufenwolken hoch über einander gethürmt, wobey ſie zugleich ein dunkeleres Anſehen erhalten; ihr oberer Theil hängt oft wie Falten über den ſchmälern untern Theil herab; oft im Gegentheil ſteht die Wolke wie ein dunkeles Gebirge am Horizont, und droht in die eigentlichen Regen- oder Gewitterwolken überzugehen.

7. Der *Nimbus*, oder die Regenwolke, in welche die gethürmte Haufenwolke ſehr oft übergeht. Bey ihrer vollkommenen Ausbildung, wie ſie bey heftigen Regenſchauern ſich zeigt, iſt ſie jederzeit oben ſehr weit horizontal ausgebreitet, und an ihrer obern Seite entweder mit einen faſerigen Anſatze, welche einer wahren Federwolke gleicht, verbunden, oder iſt wenigſten an ihrem Gipfel verwaſchen, ſo daß die genaue Begrenzung der auf einander gehäuſten Halbkugeln oder Gebirgsmaſſen nicht mehr Statt findet.

Was nun die Entſtehung dieſer verſchiedenen Wolken betrifft, ſo giebt Howard aus ſeinen vielfältig gemachten Beobachtungen folgende Umſtände an: Gewöhnlich erſcheinet nach einer anhaltenden heitern Witterung zuerſt die Federwolke, die ſich auf dem dunkeln Blau des Himmels zeigt. Man nimmt ſie oft zuerſt als einzelne weiße Fäden, welche ſich nach und nach verlängern, und gewöhnlich ſeitwärts neue Zweige erhalten, die ſich an die Hauptſtämme anfügen. Die Geſtalt, welche dieſe Wolken annehmen, iſt ſehr verſchieden. Oft erſcheinen ſie nur als feine Streifen, welche auf dem Himmelsblau abgezeichnet ſind, und welche bisweilen von Querlinien durchſchnitten werden. Zu einer andern Zeit beſtehen ſie aus parallel an einander

horizontal liegenden Strichen, bisweilen erſcheinen ſie aber auch als ein Gewirre durch einander geſchlungener Fäden, oder wellenförmig gekrümmt neben einander liegend, und bilden ſo eine dünne krumme Fläche. Wiederum zu einer andern Zeit haben ſich an langen dünnen Hauptſtreifen ſehr feine ſeitwärts gehende Streifen angefügt, welche entweder ungleich gekrümmt, ihre Spitzen nach ziemlich verſchiedenen Richtungen wenden, oder einiger Maaßen parallel nach zwey Seiten hervorgehend ſich mit einer Federfahne vergleichen laſſen. Oft bilden dieſe Fäden eine herabhangende Lockenform, oft verbreiten ſich von einem aufrecht ſtehenden Stamme nach allen Richtungen Zweige, die ſich in feinere Fäden vertheilen, und welche die unter dem Namen der Windbäume bekannte Wolke darſtellen. Bey einer jeden dieſer Mannigfaltigkeiten zeigt ſich bisweilen ein dichterer Kern, von welchem ſich nach allen Richtungen kurze Faſern ausbreiten. Merkwürdig iſt, daß die zu gleicher Zeit am Himmel ſtehenden Federwolken einander ſo ſehr ähnlich ſind, daß ſie insgeſammt zu einer der eben beſchriebenen Arten gehören, oder wenigſtens die eine Geſtalt vorzüglich häufig, ja oft ſo erſcheinet, daß man die eine als ein genaues Nachbild der andern anſehen möchte. Eine beſondere Verſchiedenheit dieſer Wolken zeigt ſich aber auch in dem mehr oder weniger begrenzten Anſehen der einzelnen Fäden, welche ſehr häufig als völlig reine Fäden am Himmel hinlaufen, ſtatt daß ſie zu andern Zeiten mehr in einander vermengt zu ſeyn ſcheinen.

Der Cirrus pflegt gewöhnlich in einer ſehr großen Höhe der Atmoſphäre ſich zu befinden. Dalton hat durch geometriſche Meſſungen gefunden, daß ihre Höhe über eine deutſche Meile iſt; ſorgfältige Beobachtungen ließen ihn ſchließen, daß die kleinen weißen Striche condenſirten Dampfes, welche ſich am Himmel zeigen, eine Höhe von 3 bis 5 engliſche Meilen über der Erdfläche haben. Die Federwolken ſcheinen von den Gipfeln der höchſten Berge aus geſehen noch eben ſo weit ent-

fernt zu ſeyn, als von der Ebene aus betrachtet; und in der Abenddämmerung werden ſie noch lange von dem Sonnenlichte mit dem lebhafteſten prismatiſchen Farben erleuchtet, wenn die dichteren Wolken dieſelbe Stufenfolge ſchon durchlaufen haben, und ſich in vollem Schatten befinden. Man ſieht hieraus, daß die Federwolke eine große Leichtigkeit beſitzen muß, um ſich in Luftſchichten von ſo geringer Dichtigkeit ſchwebend erhalten zu können.

Nach Herrn **Th. Forſter's** *) Meinung ſoll das deutlich begrenzte Anſehen der Fäden in dem Cirro auf trockene Luft hindeuten, dagegen zeige ſich bey feuchter Luft der Faden in ſeiner ganzen Länge verwaſchen. Mehre Beobachtungen ſcheinen es auch zu beſtätigen, daß bey anhaltend heiterm Wetter beym Cirrus die Fäden ein beſtändig begrenztes Anſehen beſitzen, und daß die verwaſchen erſcheinende Federwolke gern bald in die dichtere Form der federigen Schichtwolke übergeht. Iſt beſonders bey einem ſolchen verwaſchenen Anſehen der Federwolke zugleich der ganze Himmel weißlich, ſo läßt ſich nach einigen Tagen auf Regen ſchließen. Da gewöhnlich in höhern Gegenden der Atmoſphäre Trockenheit herrſchet, ſo ſieht man auch den Grund ein, warum der Cirrus ſich gewöhnlich in beträchtlichen Höhen über der Erdfläche bildet; wahrſcheinlich entſtehen daher auch die verwaſchenen Fäden des Cirrus in weniger hohen Gegenden der Atmoſphäre. Von den wie Locken herabhangenden Wolken und vorzüglich von denjenigen Federwolken, welche man gewöhnlich mit dem Namen der Windbäume belegt, behauptet Forſter, daß ſie nicht ſehr hoch ſtehen, welches auch ihr oft ſehr ſchnelles Fortziehen in der Atmoſphäre ſehr wahrſcheinlich macht.

---

*) Unterſuchung über die Wolken und andere Erſcheinungen in der Atmoſphäre, aus dem Engl. überſetzt. Zweyte Ausgabe. Leipzig 1819 8.

Die Hauptrichtung aller dieſer Federwolken ſcheint nach verſchiedenen Beobachtungen horizontal zu ſeyn, ob es gleich das Anſehen hat, als ob die wahrgenommenen Locken herabhängend, oder die Bäume als aufwärts nach allen Richtungen hin veräſtelnd wären. Herr **Brandes** hat beſonders hierauf eine längere Zeit ſeine Aufmerkſamkeit gerichtet. Einmal ſtand eine Federwolke aus wellenförmigen, wenig divergirenden Fäden in Südweſt aufrecht, ſo daß die Spitzen der Fäden gegen das Beobachtungszenith gerichtet waren, und der dichtere Theil der Wolke unten ſtand. Der Weſtwind führte die Wolke ſüdlich neben dem Beobachtungsort vorbey, und ihre ſcheinbare Lage wurde deſto mehr geneigt, immer mehr horizontal, je weiter ſie nach Oſten fortging. Dieſe Wolke hatte alſo offenbar eine mit den Spitzen nach Nordoſt, alſo bey ihrer anfänglichen Stellung gerade gegen den Beobachter zu gerichtete horizontale Lage, und ſchien folglich, wie jede horizontale gegen einen Standpunkt hingerichtete höher als der Beobachter ſtehende Linie, gegen deſſen Zenith zuzugehen. So wie ſie neben dem Beobachter vorbeyzog, erhielt ſeine Geſichtslinie eine immer mehr auf die Längenrichtung der Wolke ſenkrechte Lage, und ſie erſchien ihm daher mehr und mehr in ihrer wahren horizontalen Stellung.

Bey einer andern Beobachtung ſtand eine Federwolke mit ihrem aus langen Fäden beſtehenden Haupttheile etwa in einer Höhe von 10 Grad. Nach beyden Seiten liefen feine Fäden, welche ungefähr einer Federfahne glichen, unter ſpitzen Winkeln gegen den Haupttheil geneigt, ſo daß die an derſelben Seite liegenden Fäden unter ſich parallel waren, von jenem Hauptſtamme abwärts; die an der obern Seite waren länger und machten einen größern Winkel mit jenem Hauptſtamme, als die an der untern Seite. Sehr wahrſcheinlich lagen dieſe ablaufenden Fäden in einer horizontalen Ebene, und mochten an beyden Seiten gleich lang ſeyn; aber die ſcheinbar hinunterwärts gehenden Lagen an der

von ihm abgekehrten Seite, und mußten daher kürzer und enger an den Hauptſtamm angelegt erſcheinen, als die gegen das Zenith gerichteten, welche ihm näher lagen.

Ob nun gleich dieſen und andern Beobachtungen zu Folge die Hauptrichtung der Federwolken die horizontale iſt, ſo lehren doch auch andere Beobachtungen, daß die nach mancherley Richtungen hingehenden Fäden manchmal ein wenig aufwärts, manchmal niederwärts gekehret ſind, und daß bisweilen auch längere Faden aufwärts gehen. Merkwürdig bey dieſer Wolkenart iſt aber beſonders die große Ausdehnung ihrer dünnen Fäden. Man kann wol annehmen, daß dieſe Wolken in 12000 bis 16000 Fuß Höhe in der Atmoſphäre ſchweben, und daher auch behaupten, daß Fälle, wo Fäden dieſer Art mehre tauſend Fuß lang ſind, gar nicht ſelten vorkommen. Hiebey entſteht nun aber die Frage, was bewirkt den Niederſchlag ſichtbarer Dünſte in dieſen langen Linien, und was erhält ſie oft nach Howard's und Forſter's Beobachtung ſo lange Zeit unverändert? Beyde betrachten ſie als Leiter der Elektricität, welche ſehr entfernte Gegenſtände der Atmoſphäre mit einander in Verbindung ſetzen. Beſonders ſcheinen die langen parallelen Fäden hiezu geeignet zu ſeyn, beſonders wenn ſie in feine, das Ausſtrömen der Elektricität begünſtigende Spitzen auslaufen. Auf der andern Seite ſcheint es aber doch mit Schwierigkeiten verbunden zu ſeyn, aus dieſer Annahme die Entſtehung der kleinern Federwolke zu erklären, indem in Luftmaſſen, welche in einerley Horizontalſchichte nur einige hundert Fuß von einander liegen, wol nicht eine ſolche Ungleichheit der Elektricität Statt finden kann, und weil beym Fortziehen der Federwolke doch ſchwerlich denkbar iſt, daß ſie in jeder neuen Lage immerfort zu dieſer Leitung dienen könne. Indeſſen ſcheinen doch bey dieſem immer noch dunkeln Gegenſtande folgende Erſcheinungen die von Howard und Forſter angegebene Erklärung zu unter-

ſtützen. **Forſter** hatte nämlich beobachtet, daß die ſchief herabhangenden Streiſen der Federwolke bisweilen zwey von einander entfernte Wolken zu verbinden ſcheinen, und daß in dieſe alsdenn eine ſolche Aenderung der Geſtalt vorgeht, daß man wol auf die Vermuthung, ihr elektriſcher Zuſtand habe ſich verändert, hingeleitet werden könnte. Eine andere Erſcheinung iſt diejenige, welche man an den Windbäumen wahrgenommen haben will, daß nämlich ihre fein auslaufenden Spitzen nach der Himmelsgegend hinzeigen, wohin kurz nachher der Wind kommen wird. Es iſt bekannt, daß ſolche äſtige Federwolken als Wind vorbedeutend angeſehen werden, und **Forſter** führet es als oft gemachte Beobachtung auf, daß der bevorſtehende ſtärkere Wind aus der Gegend komme, wohin die Spitzen zeigen. **Howard** ſcheint dies im Allgemeinen von allen Federwolken zu behaupten. Herr **Brandes** bringt hiemit eine Vermuthung in Verbindung, nach welcher die Luft ſtärker elektriſch ſeyn mag an denjenigen Orten, wohin der ſtürmiſche Wind zuſtrömt, als an denen, von welchen er herkommt, und womit das Hinkehren der Spitzen gegen die weniger elektriſche Gegend wol übereinſtimmt. Zu ihrer Beſtätigung oder Widerlegung ſind aber noch mehre genau angeſtellte Beobachtungen erforderlich.

Forſter iſt ſelbſt geneigt, die Richtung, nach welcher die Federwolken hinziehen, hiemit in Verbindung zu bringen. Oft nämlich ziehen ſie ſo fort, daß ihre Spitzen vorangehen, wo man alſo ſagen könnte, ſie würden nach der Richtung hin angezogen, wohin ſie die Elektricität ausſtrömen laſſen. Er bemerkt aber dabey, daß dieſe Vermuthungen und Behauptungen noch ſehr unſicher ſind. Zugleich bemerkte er auch, daß nicht beſtändig die Federwolke mit den Spitzen voran fortzieht, ſondern oft nach einer Richtung, die ſtark von der Richtung der Spitzen abweicht, ſelbſt dann, wenn alle Spitzen nach einerley Richtung hinweiſen.

Howard hatte zuerſt die eben angeführte Meinung geäußert, und dabey bemerket, daß die Federwolken ſich durch langſames Fortpflanzen der Elektricität ſo bilden, wie die lichtenbergiſchen Figuren aus dem Harzſtaube; allein er fügt doch gleich hinzu, die verſchiedentlich durch einander bewegten Lufttheilchen möchten an Wärme wol verſchieden genug ſeyn, um zur Bildung dieſer Wolken dadurch beyzutragen, daß ſie einen geringern Niederſchlag in den erkälteten Stellen bewirken. Allein dagegen läßt ſich als Einwurf das lange Beſtehen dieſer Niederſchläge anführen, indem die ſich durchkreuzenden Luftſtrömungen nicht immer an denſelben Ort Kälte bringen, und noch weniger ſie, auch während des Fortziehens der Wolke, erhalten werden. Nach Th. Forſter iſt die Elektricität das Erhaltungsmittel dieſer Wolkenfäden, und meint, ſobald die Federwolke zu leiten aufhöre (mithin die Ausgleichung der Elektricität erfolget iſt) verdampfe ſie entweder, oder gehe in die federige Haufenwolke, oder die federige Schichtwolke über.

Eben der Uebergang der Federwolke in federige Haufenwolken oder federige Schichtwolken iſt wiederum eine ſehr merkwürdige Erſcheinung. Howard vergleicht denſelben mit dem Uebergange der ebenfalls aus Fäden beſtehenden Eisblumen an den Fenſterſcheiben durchs Aufthauen in kleine Tröpfchen. Indem dieſe nämlich aufthauen verſchwindet die faſerige Structur; aber die kleinen Tröpfchen liegen noch in derſelben Ordnung, welche die jetzt zerriſſenen Faſern beſtimmten. Auf eine ähnliche Art ſcheint bey der Entſtehung einer federigen Schichtwolke die Faden der Federwolke zerriſſen zu werden, und jeder in eine breitere und verdichtere Form zuſammengezogen worden zu ſeyn; die kleinen Wolkenflöckchen behalten auch hier zuerſt noch dieſelbe Anordnung, welche ſie in der Federwolke hatten. Nach Forſter erhalten die faſerigen Theile der Federwolke zuerſt ſeitwärts ausſchießende Querſtreifen, und in den Durchſchnittspunkten dieſer mit jenen verdichten ſie ſich, neh-

men eine ſcheibenartige Geſtalt an, und, indem von dieſen Mittelpunkten noch faſerige Strahlen ausgehen, zeigen ſie einen Uebergang zur federigen Haufenwolke, welche nun entweder ſich völlig ausbildet, oder wieder zur Federwolke übergeht, oder zur federigen Schichtwolke wird. Dieſe Veränderungen ſcheinen gewöhnlich ſo ſchnell zu erfolgen, daß es ſchwierig iſt, die einzelnen Stufen ihres Fortganges gehörig zu beobachten.

Howard und Forſter bemerken, daß die Federwolke ſich herabſenke, wenn ſie in die federige Haufenwolke oder in die federige Schichtwolke übergehe; jedoch ſind hierüber noch keine hinreichenden Beobachtungen angeſtellet worden. Nach Howard fängt die Umänderung der Geſtalt oft in dem einen Ende der Federwolke an, nämlich in den dichtern Büſcheln, und ſchreitet gegen das andere Ende hin fort; oft bemerke man, daß ſich alle am Himmel ſtehende Federwolken nach eben dem Geſetze veränderten.

Es iſt allgemein bekannt, daß ſich dieſe federigen Haufenwolken als runde, glänzende, in regelmäßige Reihen geordnete Wölkchen darſtellen. Die eigentlichen federigen Haufenwolken mit den regelmäßigen Formen der in Reihen geordneten Wölkchen ſcheinen nicht ſo häufig zu ſeyn, und ſie werden oft mit den federigen Schichtwolken verwechſelt, welche an und für ſich ebenfalls einen ſchönen Himmel machen, aber nicht ſo wie jene ſicher heiteres und mildes Wetter anzudeuten ſcheinen. Oft nimmt man mehre Schichten ſolcher ſogenannter Schäfchen wahr, wo dann gewöhnlich die höher liegenden kleiner erſcheinen, und oft den ganzen Himmel bedecken. Sie werden allgemein als Vorboten von warmer ſchöner Witterung gehalten, beſonders im Frühling. Howard und Forſter ſind der Meinung, daß dieſe Wolke wirklich alsdenn entſtehe, wenn ein wärmerer, mit Waſſerdämpfen beladener Luftſtrom ſich über kältere Luft hin ergießt.

Zu dieſer Wolkenart rechnen Howard und Forſter noch diejenigen ähnlich gebildeten Wolken, welche man bey ſtürmiſchen Wetter und vor Gewittern ſieht. Die einzelnen Wölkchen liegen auch alsdenn als dichte, runde Maſſen, nahe an einander geordnet, und wenn dieſe Wolkenart vorherrſchend iſt, und ausgedehnte Haufenwolken zugleich erſcheinen, ſo hat man nach Forſter's Meinung gewiß ein Gewitter zu erwarten.

Die federige Schichtwolke erſcheint auf die manchfaltigſte Art. Oft bedeckt ſie faſt eben ſo wie die federige Haufenwolke einen großen Theil des Himmels mit feinen, glänzenden Wolkenflöckchen; aber ſie unterſcheidet ſich von jener zum Theil in ihrer weniger beſtimmten Geſtalt, zum Theil in der mangelnden Ordnung in Reihen, zum Theil aber auch in der Neigung bald andere Geſtalten anzunehmen. Gewöhnlich beſitzt ſie die Eigenſchaft, eine flache Geſtalt anzunehmen, ſich in ſehr dünne Lagen auszubreiten, und ihre Geſtalten ſchneller zu wechſeln, wobey ſie ſich bald verdichtet, bald verſchwindet. Ganz anders erſcheint die federige Schichtwolke, wenn ſie über uns, als wenn ſie weit von uns entfernt am Horizonte ſteht. Im erſtern Falle beſteht ſie entweder aus getrennten Flocken, die kleiner oder größer, mehr oder weniger dicht, und jederzeit, wenn ſie nicht im Schatten anderer Wolken ſtehen, weiß glänzend ſind, oder ſie bildet eine neblichte Schichte. Entſteht die federige Schichtwolke gleichſam durch ein Gerinnen der Federwolke, ſo erhält ſie oft die Geſtalt von Lagen wellenförmig gekrümmter Streifen; oft liegen auch die einzelnen, zerriſſenen Wolkenſtücke unordentlich über den ganzen Himmel; ſie verwandeln ſich, beſonders wenn ſie zum Regen geneigt ſind, gern in verdichtete Wolken, und bilden dann bisweilen den ganz bedeckten grauen Himmel, welcher ſich endlich als eine große Schichte von Haufenwolken, die mehr wie bey eigentlichen Regenſchauern in die Breite gedehnt ſind, zeigt, und den ſtillen anhaltenden Regen von nicht ſelten mehren Tagen

giebt. Bildet aber die federige Schichtwolke eine neblichte Schichte, ſo ertheilet ſie entweder dem Himmel blos ein weißliches Anſehen, und verurſacht, daß die Himmelskörper im matten und wäſſerigen Lichte erſcheinen, oder ſie bedeckt den ganzen Himmel mit einer die Sonne nicht ganz verhüllenden Wolkenlage, welche ungleich dicht, dem Himmel ein buntes Anſehen giebt, indem graue und glänzende Wölkchen in dieſer ganz weißen Bedeckung des Himmels liegen. Bey dieſem ſo angelaufenen Himmel erſcheinen Ringe um die Sonne und den Mond, Nebenſonnen und die damit verbundenen Erſcheinungen.

Die federige Schichtwolke erblickt man häufig zwiſchen Regenſchauern zum Theil als graue und weiße Nebelſchichte, zum Theil in Flocken und dichteren Maſſen vereinigt, große Himmelsſtrecken bedecken. Oft beſteht dieſe Bedeckung auch aus verwaſchenen Federwolken, welche ſich nur hie und da zu federigen Schichtwolken ausgebildet haben. Es iſt jederzeit ein Zeichen von anhaltender regniger Witterung, wenn eine ſolche Schichte über den Haufenwolken ſteht, die als Regenſchauer unter ihr fortziehen.

In dem andern Falle, wenn die federige Schichtwolke von uns weit entfernt nahe am Horizonte ſich befindet, ſo ſieht man ſie oft noch deutlich als aus glänzenden Wölkchen zuſammengeſetzt, noch näher am Horizonte aber als dichte, blaue Wolkenſtreifen, welche Sonne und Mond bedecken, oder ſie oft als ſchmale dunkle Streifen in mehre Theile zerſchneiden. Dieſe Wolkenart ſtellt bey Sonnenuntergang die ſchönſten Erſcheinungen der Abendröthe dar, indem die Sonne ſie durch den Widerſchein von der untern Seite dieſer flachen Wolkenflöckchen mit gelbem, rothem oder purpurfarbenem Lichte färbt. An der Weſtſeite Abends ſehen wir oft den Himmel mit einzelnen Theilen dieſes zarten Gewölkes bedeckt, während in andern Gegenden des Horizontes ähnliche, aber nicht ſo glänzende Wolkenſtreifen ſtehen.

Zu dieſer Wolkengattung gehören die am Horizont ſo oft ſichtbaren, langen, bald dunkelbraunen, bald gefärbten Wolkenſtreifen. Meiſtens erſcheinen ſie gegen die Enden zugeſpitzt, bisweilen vielleicht dieſerwegen, weil die Dicke der Schichte gegen ihre äußern Grenzen wirklich geringer iſt, gewöhnlich aber, weil wir den hochſchwebenden breiten Flächenraum doch immer noch von der untern Seite, mithin nicht ganz im vertikalen Durchſchnitt, ſondern, wenn er wirklich kreisrund wäre, etwas elliptiſch ſehen.

Dergleichen Wolkenſtreifen ſtehen oft ſehr hoch parallel über einander am Himmel; daraus läßt ſich aber nicht folgern, daß ſie beſtändig vertikal über einander geordnet ſeyn müßten, ſondern es können dieſe weit ausgedehnten Schichten horizontal neben einander ſtehen, und müſſen dann natürlich einen weiten heitern Raum zwiſchen ſich haben.

Zu dieſen federigen Schichtwolken gehören auch oft die dunkeln Wolken, welche die Sonne bey ihrem Untergange verdecken. Wenn die Sonne hinter einer ſolchen Schichtwolke untergeht, ſo iſt dies eine gewöhnliche Vorbedeutung vom trüben Wetter. Ferner ſind noch hieher zu rechnen die langen ſchmalen Wolkenſtreifen, die man oft über den ganzen Himmel ausgedehnt wahrnimmt. Oft erſcheinen ihrer mehre, welche von einerley Punkte des Horizontes ausgehen, und in dem entgegengeſetzten Punkte zuſammen zu laufen ſcheinen, indem ſie ſich wie größte Kreiſe der Kugel über die ſphäriſche halbe Himmelsfläche erſtrecke. Sie beſtehen aus parallelen Wolkenſtreifen, welche an den von uns ſehr weit entfernten Enden nur wegen ihrer ſo großen Entfernung von uns zuſammenzulaufen ſcheinen. Wegen ihrer ſehr weiten Ausdehnung können ſie ſehr wol dienen, Aenderungen der Witterung an weit von einander liegenden Orten hervorzubringen. Nach Howard und Forſter erfolgt dies vorzüglich dadurch, daß ſie die Elektricität entfernter Gegenden ausgleichen.

Die federige Schichtwolke zeigt ſich ſehr oft als Vorbote oder gleichſam als erſter Anfang der dichten Herbſtnebel, welche vielleicht ſelbſt als eine ſolche Wolke anzuſehen ſind. Bisweilen folgt der Bildung ganz feiner federiger Schichtwolken in ſehr kurzer Zeit das Erſcheinen einer dichten, den ganzen Himmel bedeckenden Lage von Wolken dieſer Art, und in einigen Stunden ein dicker Nebel. Hier alſo ſenkt ſich die Wolke entweder wirklich auf die Erde herab, oder die Entſtehung der Wolken geſchieht nach und nach in tiefern atmoſphäriſchen Schichten. Im Allgemeinen wird die federige Schichtwolke als ein Vorzeichen trüber Witterung gehalten; doch findet dies nicht Statt, wenn ſie Abends auf kurze Zeit erſcheint, in welchem Falle ſie vielmehr durch die Erzeugung der Abendröthe ſchönes Wetter ankündiget. Iſt aber ihr Anſehen zugleich mit einem den ganzen Himmel überziehenden Dunſte verbunden, und zeigen ſich Ringe an der Sonne und dem Monde, ſo läßt ſich nach einigen Tagen auf Regen ſchließen; jedoch iſt auch letzteres nicht allgemein wahr, und ſcheint in der heißen Zone weniger als in den gemäßigten Zonen zu erfolgen, weil man in jener ſelbſt in der trockenſten Jahreszeit die Ringe nicht ſelten, und um den Mond faſt in jeder Nacht ſieht. Zuverläſſiger läßt ſich wol auf regnige Witterung ſchließen, wenn dieſe Wolkenart ſehr veränderlich iſt, und in dichtere Maſſen ſich umwandelt; oder wenn ſie mit verwaſchener unbeſtimmter Begrenzung eine obere Wolkenlage bildet, unter welcher Haufenwolken fortziehen. Alle dieſe Vorzeichen können jedoch nur ſcheinbar ſeyn, indem ein Umdrehen des Windes nach Norden oder Oſten ſelbſt bey den ungünſtigſten Vorbedeutungen heitere Witterung ſich wieder einſtellen kann.

Die ungleichen Erſcheinungen dieſer Wolkenart ſcheinen mit den Verſchiedenheiten der Abendröthe, und den verſchiedenen Umänderungen in ihrer Geſtalt in einem Zuſammenhange zu ſeyn. Bey den ſchönen Abendrö-

then, welche auf eine heitere Witterung deuten, ſind es wol meiſtens gut begrenzte dünne Wolkenblättchen, welche durch ihren glänzenden Widerſchein den Himmel gelb und roth färben, und in mancherley fleckigen Geſtalten erſcheinen. Im Gegentheil erzeugen ſich die trüben Abendröthen durch jene neblichten Schichten, die auf ſchlechtes Wetter hindeuten; und ſelbſt hiebey ergeben ſich Verſchiedenheiten, je nachdem die untergehende Sonne faſt ganz weiß mit blendendem Glanze umgeben erſcheint, oder ein gleichförmiges Gelb oder trübes Roth zeigt. Wenn die Abendröthe ein feurigrothes Anſehen hat, ſo deutet dies gewöhnlich auf ſtürmiſche Witterung.

Auch erwähnen Howard und Forſter noch einige beſondere Arten von federigen Schichtwolken, erſterer eine Art, welche er mit der Kehlleiſte in der Baukunſt vergleicht, und Anzeige zu Stürmen geben ſoll, anderer aber eine Art, welche nicht in horizontaler Lage am Himmel ausgebreitet iſt.

Howard iſt der Meinung, daß vielleicht die federige Schichtwolke dann entſtehen könne, wenn über einer warmen, mit Dünſten ziemlich beladenen Luftſchichten ein kälterer Luftſtrom ſich ergießt, und an der Grenze beyder Schichten einen Niederſchlag von Dünſten bewirkt. Jedoch ſind die Beobachtungen hierüber noch lange nicht genügend genug.

Außer der Federwolke nebſt den mit ihr verwandten Wolkenarten zeigen ſich auch bey heiterer Witterung auf dem dunkeln Blau des Himmels Haufenwolken. Beym erſten Entſtehen der Haufenwolke ſieht man dieſelbe als ein kleines unregelmäßiges Wölkchen in mäßiger Höhe über den Horizont. Nach und nach vergrößert ſie ſich, und nimmt die Halbkugelform mit genau horizontaler Grundfläche an. Hierauf entſtehen mehre Wölkchen, die ſich mit einander vereinigen, und zu größern Wolkenmaſſen ſich ausbilden, wobey ſich die um ſie herum entſtandenen kleinen Wölkchen verlieren; hiebey bemerket Forſter, daß man zwar nicht beſtändig ein Vereinigen

und ein Uebergehen der Theile der einen in die andere wahrnehme; man werde aber gleichwol überzeugt, daß die eine verſchwunden ſey, um der andern zur Vergrößerung zu dienen. Dies Zunehmen der Haufenwolke wird ſo bedeutend, daß ſie oft die Geſtalt von Wolkengebirgen annimmt, dabey aber eine genau horizontal abgeſchnittene Grundfläche behält. In dieſer Form hat ſie doch nicht immer Regen oder Gewitter zur Folge, ſondern oft nehmen dieſe Wolkenarten nur bis ungefähr um die heißeſte Tageszeit zu, nehmen dann nach und nach ab, und verſchwinden endlich kurz nach Sonnenuntergang gänzlich. Dieſe Erſcheinungen erneuern ſich nicht ſelten mehre Tage hinter einander, ſo daß der Himmel beſtändig wieder heiter wird.

Nach Howard entſteht die Haufenwolke an warmen und heitern Tagen größtentheils durch Abkühlung, die die Dünſte in der höhern Luftſchicht der Atmoſphäre erleiden. Nachdem nämlich die in warmen Tagen aufgeſtiegenen Dünſte in höhere kalte Luftſchichten gelangen, werden ſie dadurch in ſichtbaren Dampf niedergeſchlagen, und ſie ſind unten horizontal abgeſchnitten, weil ſie auf derjenigen Luftſchichte ſchwimmen, welche hinreichende Wärme beſitzt, um die Feuchtigkeit in dem Zuſtande durchſichtiger Dämpfe zu erhalten. Es läßt ſich hiernach ſehr gut gedenken, daß dieſe Wolkenart in ſehr vielen Fällen auf dieſe Art entſtehe. Indeſſen iſt Herr Brandes der Meinung, daß die von Howard angeführten Umſtände nur mitwirkend zu ſeyn ſchienen, die Haupturſache des Entſtehens der Haufenwolke aber noch eine andere ſeyn müſſe. Als dieſe betrachte man nicht ohne Grund die Elektricität, welche wol ſicher bey der Bildung der Wolken immer mit in Betrachtung komme. Daß dieſe Wolken elektriſch ſeyn, zeige ſich nicht nur bey ihrer vollendeten Ausbildung im Gewitter, ſondern auch ſchon, ehe ſie in dieſer größten Vollkommenheit erſchienen, gäben ſie durch ihren Einfluß auf die Elektrometer, vorzüglich auf die mit Ableitung verſehenen flie-

genden Drachen ſich als elektriſch zu erkennen. Man finde die auf der Erde ruhenden Nebel ſtärker elektriſch, als die heitere Luft, und Volta bemerke ganz richtig, daß Wolken, welche höher in der iſolirenden Luft ſchwebten, die einmal erhaltene Elektricität noch mehr unverringert behalten müßten. Auch aus der Geſtalt dieſer Wolken habe man auf einen elektriſchen Zuſtand geſchloſſen, indem ihre horizontale Grundfläche deswegen genau horizontal zu ſeyn ſcheine, weil ſie von der Erde und den untern Luftſchichten abgeſtoßen würden; und dieſe Vermuthung über den Urſprung der horizontalen Grundfläche erhalte allerdings dadurch eine Beſtätigung, daß an ſchwülen Tagen, wo wir Gewitter erwarteten, und mithin geneigt wären, auch die kleinern Haufenwolken für mehr elektriſch anzuſehen, dieſe ſcharf abgeſchnittene Grundfläche auffallender ſey, als zu andern Zeiten. Die wichtigſte Beſtätigung für die Einwirkung der Elektricität auf die Bildung der Haufenwolken ſcheine ihm aber in Volta's Beobachtung zu liegen, daß die Haufenwolken ſich ſo gern da wieder bildeten, wo ſie ſich den Tag vorher gebildet hätten, und wo die Luft (wie Configliachi ſogar mit den Elektrometer gefunden habe) noch elektriſiret ſey. Volta habe ſehr oft ein täglich erneuertes Entſtehen von Gewitterwolken in den Thälern und Bergſchluchten, wo ſie am Tage vorher geſtanden hätten, bemerkt, und ſeine Beobachtungen hätten gezeigt, daß nicht etwa örtliche Umſtände das eine oder das andere Thal zur Wolkenbildung geſchickter machten, ſondern, daß irgend ein Thal, wenn ſich einmal eine Gewitterwolke darum gelagert hätte, und ohne völlige Entladung verſchwunden wäre, an jedem folgenden Tage zu neuen Wolkenbildungen vorzüglich geſchickt ſchiene. Hier nämlich, in der von geſtern her elektriſirten, und oft auch ſtark abgekühlten Luft, habe ſich der erſte Keim der Wolke gebildet, hier werde ſie allmälig dichter und dunkler, und komme oft hier zur völligen Ausbildung und zum Ausbruch des Gewitters.

Nach allem dieſen dürfe man alſo wohl ſagen, die Elektricität ſammle hier die Dünſte, und bilde die runde Wolkenmaſſe, deren einzelne Theilchen vielleicht nur darum nicht in Tropfen zuſammengingen, weil ſie alle elektriſiret wären, und folglich, ſich abſtoßend, ſich in gewiſſen Entfernungen von einander hielten.

Das Verſchwinden dieſer Wolken gegen Abend und beſonders nach Sonnenuntergang ſey gleichfalls eine merkwürdige Erſcheinung, zu deren Erklärung, wie es ihm ſcheine, folgende Betrachtungen hinleiteten. Es ſey eine von Deluc zuerſt aufgefaßte, und nachher allgemein beſtätigt gefundene Erfahrung, daß die obern Schichten der Luft trockner seyn, als die untern, und daß Abends, indem die untere Luft ſich verdichte und ihre Feuchtigkeit gegen die Erde zu herabſinken laſſe, jene trockneren Schichten ſich herabſenkten. Wenn wir uns alſo Haufenwolken, ſie möchten nun mehr oder minder in bergigter Form auf einander gewälzt seyn, dächten, ſo ſey es einleuchtend, daß ſie verdampfen müßten, wenn jene trockenere Luftſchichte ſich auf ihre Gipfel herabſenke. Die ganze Erſcheinung dieſes Verſchwindens der Wolke ſey völlig ſo, wie man ſie hiernach erwarten müſſe; die auf einander gethürmten Wolkenmaſſen würden nämlich abgeflächter, die Wolken würden dünner, und *gingen* endlich in eine Art von federiger Schichtwolke über, die gewöhnlich aber nicht lange beſtehe, ſondern immer dünner werde und endlich ganz am ſternhellen Himmel verſchwinde. Etwas Aehnliches habe er auch nach anhaltend trübem Wetter an der Haufenwolke bemerkt, wenn ein trockener Oſtwind entſtehe, und ein heiteres Wetter bringe.

Nur alsdenn, wenn die Haufenwolke durch eine ſchnelle Vergrößerung und ſtärkere Verdichtung geneigt wird, in die gethürmte Haufenwolke überzugehen, haben wir gegründete Zeichen, Regen zu erhalten. Die Haufenwolke entſteht immer in niedern Luftſchichten; aber ſie ſcheint doch alsdenn am niedrigſten zu ſtehen,

wenn ſie ſich mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit bildet, immer dichter und dunkeler wird und endlich in gethürmte Haufenwolken übergeht. Dies ſchnelle Zunehmen und das Aufthürmen deutet gewöhnlich, beſonders an warmen Sommertagen und vorzüglich, wenn ſie unter dem Winde entſteht, und dieſer ſtill wird, auf einen nahen Ausbruch von Regen, obgleich ſelbſt dieſe aufgethürmten Wolken ſehr oft wieder gegen Abend eben ſo verſchwinden, als es die einfachen Haufenwolken thaten. Howard und Forſter geben im Weſentlichen die Erſcheinungen über die Entſtehung der geſchichteten Haufenwolken, die ſie Cumulo-ſtratus nennen, auf folgende Art an. Wenn die Haufenwolke oberwärts wächſt, ſo legt ſich um ihren Gipfel, wie um einen Berg, ein leichter Dunſt, welcher eine federige Schichtwolke iſt, zu welcher ein höherer Luftſtrom die Dunſttheilchen herbeyführet. Oft macht ſich die Haufenwolke bey ihrem Aufthürmen einen Weg durch die federige Schichtwolke hindurch, und alsdenn zeigt ihr oberer über dieſe Wolke hinausragender Theil ſich abſchüſſiger, ja ſelbſt überhangend; ſehr oft vergrößert ſich die federige Schichtwolke ſehr ſchnell und vereinigt ſich ſeitwärts mit der Haufenwolke. Nach Howard's Beobachtung wird jene federige Schichtwolke oft von einem andern Winde, als derjenige iſt, dem die Haufenwolke folgt, herbeygeführet, in welchem Falle die Haufenwolken in ihrem Fortziehen aufgehalten werden, und gewöhnlich in Regen übergehen. Das Stillſtehen der Haufenwolke, während ſie ſich aufthürmt, nimmt man oft wahr, wenn man auch jene höhere Wolkenſtreifen nicht ſieht, und es kann alsdenn die Wolke ein überhängendes und abſchüſſiges Anſehen beſitzen. Aber auch bemerket man ſehr oft die an die Haufenwolke angehängte federige Schichtwolke, wenn man auch ſelten genau beobachten kann, auf welche Art dieſe Verbindung ſich gebildet hat. Daß ſich die Haufenwolke mit einer federigen Schichtwolke oder Federwolke vereinige, ſcheint

eine gewöhnlich, obgleich nicht nothwendige, Bedingung zu ſeyn, welche erfolgen muß, ehe die gethürmte Haufenwolke in die wirkliche Regenwolke übergeht. Es kann zwar die gethürmte Haufenwolke, nachdem ſie ſich mit der federigen Schichtwolke vereiniget hat, noch eine geraume Zeit ſich erhalten, und nach **Howard** bey Sonnenuntergang wieder verſchwinden; allein das Gewöhnlichere erfolget doch, daß ſie ſich nun, als wirklich zum Ausbruch kommendes Gewitter und Regenſchauer ausbildet. Nach **Forſter** wird die völlige Ausbildung durch die Vereinigung zweyer Wolkenſchichten ſo bewirkt, daß dabey die entgegengeſetzten Elektricitäten beyder Wolkenarten ſich gleichſam neutraliſiren.

Die Erſcheinungen, welche die gethürmte Haufenwolke darbietet, wenn ſie in die wirkliche Regenwolke (Nimbus) übergeht, laſſen ſich am beſten beobachten, wenn die Wolke von uns ziemlich entfernt am Horizont ſteht und ſich folglich im Vertikal-Querſchnitt zeigt. Man erblickt nämlich, daß die in ihrer anfänglichen gebirgigen Geſtalt mit gerundetem, aber ſcharf begrenzten Gipfel erſcheinende Haufenwolke oben entweder ein verwaſchenes Anſehen erhält, oder deutliche Fäden, eine Krone von Federwolken bekommt, welche ſich nach und nach mehr ausdehnt, bis endlich der Regen aus der Wolke ſich ergießt. Zu einer andern Zeit bildet ſich die federige Schichtwolke über der Haufenwolke, und bey der Vereinigung beyder erzeuget ſich die Krone von Federwolken, worauf es alsdenn bald zu regnen anfängt.

Howard iſt der Meinung, daß es deſto ſtärker regne, je mehr Federwolk-Fäden von der aufgethürmten Haufenwolke hervorgehen, allein dieſe Meinung ſcheint nach neuern Beobachtungen mehre Modifikationen zu leiden. Zu gewiſſen Zeiten wachſen die Federwolk-Fäden ſehr ſchnell und bilden am obern Theile der Wolke ein langes Gewirre von Fäden, ohne daß dieſerwegen der herabfallende Regen zuzunehmen ſcheinet, ja es höret oft ganz zu regnen auf, wenn auch jene fädenförmige Krone noch

nicht verſchwunden iſt. Die wahren Regenwolken erblickt man zu gewiſſen Jahreszeiten am beſten ausgebildet, mit einer an die Hauſenwolke oberwärts angehängten federigen Schichtwolke, wenn mehre Tage hindurch ein ſtarker Regenſchauer dem andern folget. Alsdenn erſcheinen die am Horizont ſtehenden Wolken oft an ihren Gipfeln ganz unbegrenzt, oder verwaſchen, oft aber auch mit einer ſich oberwärts mehr verbreitenden großen Lage federiger Schichtwolken bedeckt; und dieſe Geſtalt der Wolken deutet faſt ſicher auf anhaltenden Regen.

Wenn ſich die Regenwolke uns nähert, ſo nehmen wir beſtändig gewahr, daß gewöhnlich eine weißgraue weitausgebreitete Wolkenmaſſe, welche größtentheils eine faſerige Bildung hat, ſchon lange vor dem Regen in unſern Scheitelpunkt kommt, und daß der eigentliche Regen nur aus der Mitte der Wolke herabfällt. Eben dieſer mittlere Theil der Wolke hat ein dunkeles ſchwärzliches Anſehen, worin ſich faſt nichts weiter unterſcheiden läßt; erſt nachdem der herunterkommende Regen feiner und dünner wird, ſehen wir hinter dieſer dunkeln Wand wieder einzelne Wolken. Unter dieſer eigentlichen Regenwolke zeigen ſich die bey Gewittern ſo häufigen kleinen weißen Wölkchen, welche erſterer Nahrung zu geben ſcheinen. Sie ſind unvollkommen ausgebildete Haufenwolken, welche oft ganz deutlich von der Regenwolke angezogen werden, und ſogar derſelben, indem ſie ſich langſam fortbeweget, aus entgegengeſetzter Richtung mit ſchneller Bewegung oft entgegeneilen. Ohne Zweifel verbinden ſich dieſe Wolken mit der großen Regenwolke; denn ſie verſchwinden kurz nach ihrer Bildung unter derſelben; ſelbſt die größern Haufenwolken nähern ſich ſehr oft der großen Regenwolke, und verbinden ſich mit ihr. Auch ergeben die Beobachtungen, daß zwiſchen den Regenſchauern oft andere Haufenwolken entſtehen, die nach und nach zu gethürmten Haufenwolken übergehen, und ſelbſt zu neuen Regenſchauern Veranlaſſung

geben. Bisweilen beſitzen die über uns ſtehenden gethürmten Haufenwolken, welche noch nicht zu Regen gekommen ſind, ein ſonderbares Anſehen. Es ſcheint, als ob auf dem weißgrauen Grunde Hervorragungen, an Farbe wenig verſchieden, rundlich geformt, herabhingen. Bisweilen zeigen die in Regen übergehenden dicken Wolken an ihren unten ſcharf abgeſchnittenen faſt genau horizontalen Rändern eine beſonders merkwürdige Erſcheinung, wenn wir ſie entfernt von uns am Horizont ſtehen ſehen. Einige Stellen nämlich nehmen am untern Rande der Wolke ein ſchwärzeres Anſehen an, und hängen hier etwas mehr gegen die Erde herab, ſo daß es ſcheine, als ob gerade an dieſer Stelle die im Ganzen horizontal ausgedehnte Wolke am meiſten belaſtet wäre, und ſich daſelbſt entladen wolle. Mehre Beobachtungen ſcheinen auch dies zu beſtätigen, indem gerade an dieſen Stellen die heftigſten Platzregen erfolget ſind.

Sobald ſich die Regenſchauer erſchöpft haben, ſo erfolget eine Trennung der Wolkenmaſſe, gewöhnlich zeigen ſich alsdenn oben federige Schichtwolken, und unten entſernen ſich die getrennten Theile der Regenwolke, welche ſehr oft eben ſo verſchwinden und verdunſten, wie dies bey den Haufenwolken an heitern Abenden zu geſchehen pfleget. Oft erfolget aber auch nach Howard's Beobachtung, indem ſich die Regenwolke gebrochen hat, eine Vermehrung der ganzen Wolkenmaſſe; die untern Wolken nämlich vereinigen ſich wieder in Haufenwolken, und erheben ſich, während die obere Schichte die Geſtalt der federigen Schichtwolke wieder annimmt. Es ſcheint alsdenn das Entgegengeſetzte von dem zu erfolgen, was beym Anfange des Regens vorgieng.

Schon ältere Beobachtungen haben gelehrt, daß bey Entſtehung der Regenwolken die Elektricität eine vorzügliche Rolle ſpielt, allein es iſt bis jetzt noch nicht erforſcht, auf welche Art ſie dabey wirkt, ſo wie es auch noch gänzlich unbekannt iſt, wie eine ſolche furchtbare Menge elektriſcher Materie bey Gewittern entſtehe. Ge-

wiß iſt es aber, daß beym Ausbruche des Regens ein gleichzeitiges Entſtehen und auf einander Einwirken zweyer Wolkenſchichten als eine Hauptbedingung zu betrachten iſt. Bey anhaltendem und ſtillen Regen ſind auch gewöhnlich zwey Wolkenſchichten vorhanden, welche unter einander fortziehen, aber hier ſcheint eine zu dieſem gelindem Regen hinreichende Einwirkung Statt zu finden, wenn auch die Entfernung dieſer Wolkenſchichten mehre hundert Fuß von einander beträgt.

Forſter theilet noch folgende Beobachtungen über das Einwirken verſchiedener Wolkenlagen auf einander mit: Wenn nämlich eine federige Haufenwolke oder federige Schichtwolke mit einer Haufenwolke, die ſich in der Atmoſphäre entweder höher erhebt oder ſich mehr aufthürmt, in Berührung kommt, ſo erfolgt ſehr oft eine ſchnelle Vereinigung zu einer dickern Wolkenmaſſe, die ſich in einen Regenſchauer ergießt und verſchwindet. Oft bemerket man aber auch ſtatt einer ſolchen unmittelbaren Vereinigung eine dem Anſcheine nach durch Einwirkung aus der Entfernung entſtehende Veränderung zweyer Wolken. Während nämlich in der Höhe eine Lage federiger Schichtwolken, federiger Haufenwolken oder eigentlicher Federwolken ſchwebt, ſieht man die unter ihnen hinziehende Haufenwolke ihr Anſehn verändern, indem ſie dichter wird, ſich unregelmäßig aufthürmt und flockige Hervorragungen um ihre Grundfläche anlegt; binnen dieſer Zeit verſchwindet aber die höhere Wolkenſchichte ſo als ob ſie plötzlich verdampfte. Gewöhnlich iſt bey dieſem Erſcheinen die Luft etwas dunſtig geworden, und nach Howard gleichſam das Mittel zur Mittheilung der entgegengeſetzten Elektricitäten. Es ſcheint hier die leichtere Wolke von der tiefer liegenden angezogen zu werden, und dieſe hingegen ſcheint ſich höher zu erheben; erſtere ſenkt ſich zwar nicht immer als vereinigte Maſſe herab, ſcheint aber doch ihre wäſſerigen Theile letzterer zuzuführen, nachdem vielleicht wegen Veränderung des elektriſchen Zuſtandes ihr Beſtehen als

Wolke aufgehöret hat. Daß hier wirklich ein elektriſches Anziehen Statt finde, will **Forſter** aus mehren von ihm angeſtellten Beobachtungen bey einer ſehr großen obern Wolkenmaſſe vollkommen beſtätigt gefunden haben. Es verdichtete ſich nämlich die Federwolke, erſchien unten anſchwellend, und kam der ſich aufwärts aufthürmenden Haufenwolke entgegen, bis ſie ſich einander erreichten und Regenwolken bildeten.

Von der Schichtwolke ſ. m. den Artikel: **Nebel** (S. 158. dieſ. B.).

Zu den hier angeführten **Howard'ſchen** Hauptformen der Wolken hat der Herr v. Göthe *) zu Weimar noch eine neue ſich von jenen weſentlich unterſcheidende Form, die er *paries* (Wand) nennt, hinzugethan; ſie charakteriſiret ſich durch die Schichtſtreifen, die ganz am Ende des Horizonts ſo gedrängt über einander liegen, daß kein Zwiſchenraum ſich bemerken läßt, und die den Horizont in einer gewiſſen Höhe ſo ſchließen, daß ſie blos den obern Himmel frey laſſen; bald iſt ihr Umriß bergrückenartig, ſo daß man eine entfernte Bergrückenreihe zu ſehen glaubt; bald bewegt ſich der Contur als Wolke, da dann eine Art Cumulo-ſtratus daraus entſteht.

Die Kenntniß der Erſcheinungen dieſer verſchiedenen Wolkenarten, und der gewöhnlichen davon abhangenden Folgen iſt nicht allein für den Naturforſcher, ſondern auch beſonders für den Landmann wichtig, der ſeine vorzüglichſten Geſchäfte nach dem Witterungsgange einzurichten hat. Bey anzuſtellenden Beobachtungen der Wolken finden ſich freylich manchmal Schwierigkeiten, wenn man angeben ſoll, zu welcher Art die beobachteten Wolken gehören. Dieſe Schwierigkeiten haben ihren Grund theils in der oft nicht ſcharf ausgeprägten Geſtalt der Wolken, theils in einer Mannigfaltigkeit der in ver-

*) Neuntes Bulletin der naturwiſſenſch. Section der ſchleſiſchen Geſellſchaft für vaterländiſche Cultur im Jahr 1824. S. 2 f.

ſchiedenen Gegenden des Himmels erſcheinenden Wolken. Die erſte Schwierigkeit läßt ſich blos durch anhaltende Beobachtungen beſeitigen; denn es giebt allerdings unzählige Verſchiedenheiten, welche ſich nicht alle umſtändlich darſtellen laſſen. Eine allgemeine Eigenſchaft behält aber immer jede Art von Wolken, woran ſie erkannt wird, wenn auch gleich mehre Verſchiedenheiten an ihr wahrgenommen werden. Zuweilen ereignet es ſich freylich, daß die Wolken während ihres Umbildens keiner der angeführten Wolkenarten zuzugehören ſcheinen; allein alsdenn gehen ſie bald in eine beſtimmte Wolkenart über, die alsdenn leichter erkannt wird. Iſt im Gegentheil der Himmel mit verſchiedenartigen Wolken bedeckt, ſo hat es ebenfalls keine zu große Schwierigkeit, ſich eine gehörige Kenntniß von der einen oder andern Wolkenart zu verſchaffen, wenn man nur eine hinreichende Menge von Beobachtungen darüber anſtellet.

M. ſ. H. W. Brandes Beyträge zur Witterungskunde. Leipzig 1820. S. 286 ff.

Y.

Yttererde (Zuſ. z. S. 807. Th. VI.). Um eine möglichſt reine Yttererde zu gewinnen, kann man den Gadolinit mit 2 Theilen Aetzalkali zuſammenſchmelzen, alsdenn dieſe Maſſe mit kochendem Waſſer waſchen und die Flüſſigkeit filtriren, welche eine ſchöne grüne Farbe beſitzt. Dieſe Flüſſigkeit wird ſo lange abgedampft, bis kein Manganoxyd in Geſtalt eines ſchwarzen Pulvers mehr niederfällt. Hierauf wird die Flüſſigkeit mit Salpeterſäure geſättiget. Zu gleicher Zeit digerirt man das Sediment, welches ſich nicht aufgelöſet hat, in verdünnter Salpeterſäure, welche die Erde unter Entwickelung vieler Wärme auflöſet, ohne die Kieſelerde und das äußerſt oxydirte Eiſen anzugreifen. Alsdenn vermiſche man die beyden Flüſſigkeiten, dampfe ſie bis zur Trockniß ab, löſe ſie wieder auf, und filtrire ſie, wodurch

man die Kieſelerde oder das Eiſenoxyd völlig abſcheidet. Einige Tropfen einer Auflöſung von kohlenſaurem Kali ſcheidet allen anweſenden Kalk ab, und ein vorſichtiger Zuſatz von Schwefelwaſſerſtoffkali fällt das vielleicht noch rückſtändige Manganoxyd. Wendet man aber von dieſem Reagens eine zu große Menge an, ſo wird zugleich die Yttererde gefällt. Endlich fällt man die Yttererde mit reinem Ammonium, wäſcht ſie gut aus und trocknet ſie.

Wenn die Yttererde nicht mit Manganoxyd verunreinigt iſt, wovon ſie nicht leicht befreyet werden kann, ſo hat ſie eine vollkommen weiße Farbe; beſitzt weder Geſchmack noch Geruch, iſt für ſich allein unſchmelzbar; mit Borax aber ſchmelzt ſie zu einem durchſichtigen Glas, oder zu einem undurchſichtigen weißem Glaſe, wenn Borax im Ueberfluß angewendet wird. Sie iſt unauflöslich im Waſſer und in feuerbeſtändigen Aetzalkalien, löſet ſich aber in kohlenſaurem Ammonium auf, verlangt aber zu ihrer Auflöſung eine fünf- oder ſechsmal größere Menge als Glucinerde. In den meiſten Säuren iſt ſie auflöslich, und bildet alsdenn Salze, welche zum Theil ein metalliſches Anſehen haben.

Aus dieſem letzten Grunde konnte man ſchon im voraus vermuthen, daß dieſe Erdart ebenfalls eine metalliſche Grundlage war. Indeſſen iſt darüber noch kein entſcheidender Verſuch vorhanden. Davy behandelte die Yttererde wie die übrigen Erden mit Kalium, welches letztere in Kali verwandelt wurde und die Erde ein metalliſches Anſehn erhalten hatte. Es ſcheint daher wol keinem Zweifel unterworfen zu ſeyn, daß die Yttererde aus einer metalliſchen Grundlage, Yttrium genannt, und aus Sauerſtoff zuſammengeſetzt ſey. Aus der Zuſammenſetzung des Salzes, welches dieſe Erde mit Schwefelſäure bildet, hat man die Menge des in derſelben befindlichen Sauerſtoffes geſchloſſen. Hiernach ſind die Beſtandtheile der Yttererde folgende:

Yttrium 100 Theile
Sauerſtoff 25 —

Die Salze der Yttererde haben folgende allgemeine Merkmahle:

1. Einige derſelben ſind im Waſſer unauflöslich.

2. In denjenigen Salzen, welche ſich auflöſen, werden Niederſchläge durch phosphorſaures Natron, kohlenſaures Natron, ſauerkleeſaures Ammonium, weinſteinſaures Kali und durch eiſenblauſaures Kali bewirkt.

3. Mit Ausnahme der ſüßſchmeckenden auflöslichen ſchwefelſauren Yttererde ſind die andern Salze dieſer Erde in Hinſicht ihrer Auflöslichkeit den Salzen mit Kalkbaſis ähnlich.

M. ſ. Handwörterbuch der praktiſchen Chemie von Ure. Artikel: Yttererde.

Z.

Zeit (Zuſ. zu S. 722. Th. V.). Die Zeit iſt kein empiriſcher Begriff, der von irgend einer Erfahrung abgeleitet worden. Denn das Zugleichſeyn oder Aufeinanderfolgen würde gar nicht wahrgenommen werden können, wenn nicht ſchon die Vorſtellung von der Zeit in unſerm Geiſte bereit läge. Nur unter dieſer letzten Vorausſetzung kann man ſich vorſtellen, daß verſchiedenes zu ein und derſelben Zeit (zugleich) oder in verſchiedenen Zeiten (nacheinander) ſey. Die Zeit iſt aber auch eine nothwendige Vorſtellung, welche allen unſern Anſchauungen zum Grunde liegt, und in welcher alles unſerm innern Sinne erſcheinet. Sie kann daher

1. nicht als ein für ſich beſtehendes Ding betrachtet werden; denn man kann an ihr weder ein Thun noch Leiden, als weſentliche Bedingungen vom Daſeyn eines Dinges wahrnehmen.

2. Iſt auch die Zeit nicht Etwas den erſcheinenden Dingen weſentlich Anhängendes; denn man kann alle Erſcheinungen aus der Zeit hinweg denken, ohne die Vorſtellung der Zeit ſelbſt aufzuheben.

3. Endlich iſt auch die Zeit kein bloßer abſtracter Begriff; denn alle Zeitverhältniſſe laſſen ſich nicht anders denken, als daß ſchon die Vorſtellung von Zeit vorausgeſetzt wird.

Es iſt daher die Zeit die Form der innern Anſchauung, oder die ſubjektive Bedingung, unter welcher die Gegenſtände als etwas auf und nach einander Folgendes dem innern Sinne erſcheinen. Es hat daher unſer Geiſt das Vermögen, die ihm urſprüngliche und unveränderliche, folglich reine Form der Anſchauung, oder die ſubjektive Bedingung von der Möglichkeit des Zugleich- und Nebeneinanderſeyns der Erſcheinungen auf dieſe ſelbſt zu übertragen, wenn er dieſelben als in der Zeit befindlich denkt.

Gewöhnlich wird die Zeit zum Theil etwas Ganzes, welches alle Theile der Zeit in ſich faßt, zum Theil als ein ſtetiges und unendlich Ganzes gedacht, weil man ſich alle Theile der Zeit zuſammenhangend vorſtellet, und weil alle Grenzen der Veränderungen, die wir in uns wahrnehmen, innerhalb der Zeit ſich befinden.

Da nun kein ſinnlicher Gegenſtand ohne Zeit gedacht werden kann, ſo iſt auch die Zeit als Form der reinen Anſchauung, eine der Bedingungen von der Möglichkeit äußerer Erſcheinungen. Es iſt aber auch die Zeit als bloße ſubjektive Vorſtellung anzuſehen, und gleichwol iſt ohne Zeit kein ſinnlicher Gegenſtand möglich; daher erhellet, daß die Zeit zugleich auch eine von den Bedingungen der objektiven Nothwendigkeit der äußern Gegenſtände iſt. Es hat daher unſere geiſtige Beſchaffenheit mit der Sinnenwelt eine ſolche genaue Verbindung, daß für uns äußere Gegenſtände nur erſt dadurch möglich werden, daß wir unſer urſprüngliches Erkenntnißvermögen auf ſie übertragen.

Außer dem Raume liefert uns alſo die Zeit noch ein anderes Element zur reinen Erkenntniß von Dingen. Alle übrige ſinnliche Erſcheinungen hangen von der

Empfindung ab, die uns blos eine empiriſche Anſchauung geben kann.

Zimmer, verfinſtertes (Zuſ. z. S. 738 Th. V.). Da die Camera obſcura noch manche Unvollkommenheiten hatte, nicht allein wegen des unbequemen Fortbringens, ſondern auch wegen des kleinen Geſichtskreiſes der deutlich zu ſehenden und abzuzeichnenden Gegenſtände, ſuchte **Wollaſton** eine andere Vorrichtung unter dem Namen einer Camera lucida zu conſtruiren, welche die angeführten Unvollkommenheiten beſeitiget, und das Bild der zu ſehenden und abzuzeichnenden Gegenſtände in einem ſehr netten und lebhaften Zuſtande darſtellt. Der Herr Prof. Lüdicke [a]), hat ſie unter einer etwas veränderten und bequemeren Geſtalt beſchrieben. Die fig. 36. ſtellt das Inſtrument perſpektiviſch in dem vierten Theile ſeiner Größe vor. Der aus feiner Pappe verfertigte Kaſten enthält nach der Richtung AB einen reinen und gut geſchliffenen Spiegel von dünnem Glaſe, und nach der Richtung BC ein ſehr dünnes gut geſchliffenes ebenes Glas. Die Decke kann bey CD aufgehoben und zurückgeſchlagen werden, um Spiegel und Glas zu reinigen, und enthält bey G die Oeffnung für das Auge, unter welcher ein Hohlglas von 7 Zoll Zerſtreuungsweite liegt, welches man nach Beſchaffenheit der Augen verändern kann. Die ganze Höhe des Inſtruments beträgt 7 Zoll. Die beyden Vorderfüße ſind unten mit einer Leiſte F verbunden, welche ein Bleygewicht von etwa $\frac{1}{4}$ Pfund enthält, damit der Schwerpunkt des Ganzen innerhalb der vier Füße liegt.

Von der Lage des Spiegels und des Glaſes hängt die Richtigkeit des Inſtrumentes ab, ſo wie von der verhältnißmäßigen Größe beyder und den Oeffnungen des Kaſtens, die Begrenzung des Bildes und die Größe des Geſichtsfeldes. Zur Beſtimmung dieſer Umſtände dienet die fig. 37. Es ſey nämlich AB die Breite des

---

a) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLII. S. 338 ff.

Spiegels, der Winkel ABD ein rechter. Wird dieſer rechte Winkel mittelſt der Linie FB halbirt, ſo daß x = y iſt, ſo liegt das als ein zweyter Spiegel dienende geſchliffene Glas in der Verlängerung dieſer Linie, oder in BC. Es ſey BC = BD = BA, ſo iſt CD die Vertikallinie des Inſtruments, und BD das Bild des Spiegels AB, welches man von H aus ſieht, weil die Winkel CBD und CBA einander gleich ſind. Dieſes Bild enthält alle die Gegenſtände, wiewol ſchwächer und matter, welche der Spiegel AB auffaſſen kann. Der mittlere Strahl aller auf den Spiegel horizontal einfallenden Strahlen ſey RS. Er wird von den beyden ſpiegelnden Ebenen nach SG und GH zurückgeworfen. Daher muß ſich das Auge in GH befinden, um das ganze Bild bequem ſehen zu können. Wollte man aber den Augenpunkt in H annehmen, ſo würde faſt die Hälfte des Glaſes von G bis C ohne allen Nutzen ſeyn, weil die Grenze des Strahlenkegels HD iſt, und man würde ſich weiter, als nöthig, mit dem Auge von dem Bilde entfernet haben. Es darf daher die Breite des dünnen geſchliffenen Glaſes nur ein wenig mehr als die Hälfte der Breite des Spiegels haben, und der Augenpunkt G muß ſich nahe an dem Rande dieſes Glaſes befinden.

Zieht man durch G eine Linie auf CD ſenkrecht, und mit ihr die parallele Linie AD, ſo wie mit CD parallel die Linie AE, ſo ſind dadurch die drey vorzüglichſten Wände des Kaſtens beſtimmt. Man ziehe ferner aus dem Augenpunkte G durch B die Linie GL, und DL ſey ſenkrecht auf CD; ſo iſt LD das Bild der Oeffnung. Es muß alſo in der Wand AE die Höhe der Oeffnung AI = DL ſeyn. Wenn man die kleine hintere Wand NQ weglaſſen wollte, ſo würde man außer dem Bilde zugleich ein Stück des Papiers ſehen, welches bey dergleichen Inſtrumenten unangenehm iſt. Um dies zu vermeiden, wird die Wand NQ ſo angelegt, daß deren Kante Q die Linie GD berührt.

Es iſt vollkommen hinreichend, die innere Weite des Inſtruments, oder die Länge der Gläſer, = GD zu machen, weil alsdenn der Geſichtswinkel 60 Grade hält. Und da BG ein wenig größer als $\frac{1}{2}$ BC ſeyn ſoll, ſo iſt GD = AB$\sqrt{2}$ = 1,4. AB zu ſetzen. Bey dem hier abgebildeten Inſtrumente iſt die Breite des Spiegels AB = 2$\frac{1}{4}$ Zoll, die Breite des Glaſes = 1$\frac{1}{8}$ Zoll, und die Länge dieſer Gläſer = 3$\frac{1}{2}$ Zoll, wiewol ſie noch nicht 3 Zoll lang zu ſeyn gebraucht hätte.

Herr Weickert [α]) beſchreibet eine Camera lucida, welche mit einem zuſammengeſetzten Mikroſkop verbunden iſt, um auf dieſe Art Gegenſtände ſtark vergrößert abzeichnen zu können.

Auch hat der Herr D. v. Sömmering eine Art von Camera lucida angegeben, welche darin beſteht, daß hinter einem Mikroſkop oder Teleſkop ein kleiner Spiegel, nicht viel größer, als eine Erbſe, am beſten von ſehr fein und eben polirtem Stahl in diagonaler Richtung angebracht wird. Auf dieſe Weiſe läßt ſich auf eine ſehr leichte und einfache Art auf ein untergelegtes Papier alles mit der größten Genauigkeit zeichnen. Herr v. Sömmering hat ſich dieſer Vorrichtung mit ſehr vielem Vortheile zu Zeichnungen über die vertikale Anatomie des Auges der Menſchen und Thiere bedienet.

Zink (Zuſ. z. S. 738. Th. V.). Herr Gmelin [β]) hat den Zink zu einem ſehr feinen Drahte, welcher nach einer ungefähren Schätzung des Herrn Gilbert nicht mehr als $\frac{1}{240}$ Zoll im Durchmeſſer ausmachte, mithin feiner als der feinſte Klavierſaitendraht (N. 11. $\frac{1}{150}$ Zoll dick) war, ausgezogen. Neben Stahldraht N. 16. gelegt (deſſen Durchmeſſer nach Herrn v. Marum $\frac{1}{240}$ Zoll beträgt) ſcheint er ihn an Feinheit eher zu übertreffen, als nachzuſtehen. Herr Gmelin bewirkte das

---

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XL. S. 110 ff.

β) Ebendaſelbſt B. LVIII. S. 436.

Feinziehen des Zinkes in ſo feinen Drahts, ohne den Draht zu erwärmen, oder anzulaſſen. Es wird alſo der Zinkdraht beym Ziehen keinesweges hart.

(Zuſ. z. S. 739.). Herr Vogel *) fand durch ſeine Verſuche, daß die Zinkblumen ziemlich ſchnell Kohlenſäure aus der Luft anziehen. Auch wurde in ſelbigen die Beymiſchung eines metalliſchen Stoffs entdeckt wovon der Artikel: Kadmium (Th. IX. S. 456 f.) nachzuſehen iſt. Ueberhaupt ſcheinen dieſe Zinkblumen das einzige Oxyd des Zinkmetalls zu ſeyn, welches nach den Verſuchen von Gay-Luſſac und Berzelius aus 100 Metall und 24,4 Sauerſtoff beſteht. Bringt man das Zinkoxyd von neuem in die Hitze, ſo wird es in ein hellgelbes Glas verwandelt.

Wird Zink in Chlor verbrannt, ſo bildet ſich eine feſte Subſtanz von einer weißlichgrauen Farbe und halb durchſichtig. Dies iſt das einzige bekannte Zinkchlorid. Es löſet ſich daſſelbe unter großer Wärmeentwickelung im Waſſer auf. Wird dieſe Auflöſung mittelſt eines Alkali zerſetzt, ſo erhält man das weiße waſſerhaltige Zinkoxyd, aus welchem die ſogenannte Zinkbutter oder das ſalzſaure Zink gewonnen wird. Den Verſuchen des D. Joh. Davy zu Folge beſteht es aus ziemlich gleichen Gewichttheilen Zink und Chlor.

Die Zinkſalze haben folgende allgemeine eigenthümliche Merkmahle:

1. In der Regel geben ſie mit Waſſer farbloſe Auflöſungen.

2. Eiſenblauſaures Kali, Waſſerſtoffſchwefelkali, Jodwaſſerſtoffkali, Schwefelwaſſerſtoff und Alkalien bewirken weiße Niederſchläge.

3. Galläpfelaufguß giebt keinen Niederſchlag.

Die verdünnte Schwefelſäure löſet den Zink auf, wobey die Temperatur des Auflöſungsmittels eher erhöhet wird, als das Waſſerſtoffgas entweicht, und zugleich ein

---

*) Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XI. S. 415.

unaufgelößter Rückſtand bleibt, der ſonſt für Reißbley iſt gehalten worden. Allein **Prouſt** bemerkt, daß er aus einer Miſchung von Arſenik, Bley und Kupfer beſtehe. Das Waſſerſtoffgas, welches durch Einwirkung der Schwefelſäure aus dem Waſſer entbunden wird, führt einen Theil Zink, welcher ſich offenbar in demſelben aufgelöſet hat, mit ſich fort; er ſetzt ſich aber wenigſtens theilweiſe, wo nicht gänzlich von freyen Stücken wieder ab, wenn man das aufgefangene Waſſerſtoffgas ruhig hinſtellt. Letzteres brennt mit einer glänzenden Farbe als gewöhnliches Waſſerſtoffgas.

Zinn (Zuſ. z. S. 741. Th. V.). Man hat zwey beſtimmte Verbindungen des Zinnes mit Sauerſtoff gefunden. Die erſte, oder das **graue Zinnoxyd**, erhält man, wenn man das Zinn unter Zutritt der Luft erhitzt, oder es in Salzſäure auflöſet, und der friſchen Auflöſung, ehe ſie der Luft ausgeſetzt wird, Kaliflüſſigkeit zuſetzt. Nachdem der Niederſchlag weißglühend iſt gemacht worden, erhält man das graue Zinnoxyd in reinem Zuſtande. Wird dieſes Oxyd in verdünnter Salpeterſäure gekocht, getrocknet und dann geglüht, läßt es ſich in die andere Verbindung, nämlich in **weißes Zinnoxyd** (ſo genannte Zinnaſche) verwandeln. Nach der Analyſe der Herrn Gay-Luſſac und Berzelius beſteht das weiße Zinnoxyd aus 100 Metall und 27,2 Sauerſtoff; nach H. Davy enthält das graue Zinnoxyd 13,5 Procent Sauerſtoff.

Auch hat man zwey Zinnchloride gefunden. Verbrennt man nämlich Zinn in Chlor, ſo bildet ſich eine ſehr klare Flüſſigkeit, ein Nichtleiter der Elektricität, welche, wenn ſie mit etwas Waſſer vermiſcht wird, in eine ſtarre kryſtalliſche Subſtanz übergeht, in wahres ſalzſaures Zinn, und unter dem Namen liquor Libarii bekannt iſt. Nach Joh. Davy's Analyſe beſteht dieſe Zuſammenſetzung aus 9 Chlor und 7,35 Zinn. Die andere Zuſammenſetzung von Zinn und Chlor iſt ein grauer, halb durchſichtiger cryſtalliſcher, feſter Körper.

Er läßt ſich darſtellen, wenn man Zinnamalgam mit Calomel erhitzt. Er löſet ſich im Waſſer auf und bildet eine Auflöſung, welche den Sauerſtoff aus der Luft abſorbiret. Dieſe zweyte Zuſammenſetzung beſteht aus 4,5 Chlor und 7,35 Zinn.

Es giebt auch zwey Schwefelverbindungen des Zinnes. Die eine kann man darſtellen, wenn man Schwefel und Zinn zuſammenſchmelzt. Sie hat eine bläuliche Farbe, ein blätteriges Gefüge, und beſteht aus 7,35 Zinn und 1 Schwefel. Die andere Schwefelverbindung erhält man, wenn man das weiße Zinnoxyd mit Schwefel vermiſcht. Nach Jo. Davy beſteht ſie aus 7,35 Zinn und 4 Schwefel.

Die Zinnſalze zeichnen ſich durch folgende allgemeine Merkmale aus:

1. Eiſenblauſaures Kali giebt einen weißen Niederſchlag.

2. Schwefelwaſſerſtoffkali giebt mit dem grauen Zinnoxyd einen braunſchwarzen, und mit dem weißen Zinnoxyd einen goldgelben Niederſchlag.

3. Galläpfeltinktur hat keine Einwirkung auf die Auflöſung dieſer Salze.

4. Aetzſublimat giebt mit den Salzen des grauen Zinnoxyds einen ſchwarzen und mit dem weißen Zinnoxyd einen weißen Niederſchlag.

5. Eine Bleytafel fällt häufig aus den ſaliniſchen Auflöſungen metalliſches Zinn oder Zinnoxyd.

6. Salzſaures Gold bewirkt in den Auflöſungen des grauen Zinnoxyds einen purpurfarbenen Niederſchlag.

7. Salzſaures Platin bewirkt mit den Salzen des grauen Zinnoxyds einen orangegelben Niederſchlag.

Zirkonerde (Zuſ. z. S. 744. Th. V.). Um dieſe Erde im reinen Zuſtande zu erhalten, iſt folgendes neue Verfahren angegeben worden *). Man pulvere die Zirkone ſehr fein, vermiſche ſie mit zwey Theilen reinem

---

*) Annales de chimie et de physique T. XIV. p. 110 sq.

Kali und mache ſie in einem ſilbernen Schmelztiegel eine Stunde lang rothglühend. Die erhaltene Subſtanz behandele man mit deſtillirtem Waſſer, ſchütte ſie auf ein Filtrum, und waſche den unauflöslichen Theil gut. Es wird derſelbe aus Zirkonerde, Kieſelerde, Kali und Eiſenoxyd zuſammengeſetzt ſeyn. Man löſe ihn in Salzſäure auf, und dampfe die Auflöſung bis zur Trockniß ab, um die Kieſelerde abzuſcheiden. Die ſalzſaure Zirkonerde und das ſalzſaure Eiſen löſe man wieder im Waſſer auf, und um die an der Kieſelerde anhängende Zirkonerde abzuſcheiden, waſche man ſie mit ſchwacher Salzſäure, und ſetze dieſes Waſchwaſſer der Auflöſung zu. Die Flüſſigkeit filtrire man, und fälle die Zirkonerde und das Eiſen durch reines Ammonium. Die Niederſchläge waſche man gut, und behandle dann die Hydrate mit Sauerkleeſäure, koche ſie gut mit einander, damit die Säure auf das Eiſen wirken könne, und es in Auflöſung erhalte, während eine unauflösliche ſauerkleeſaure Zirkonerde ſich bildet; dann wird ſie filtrirt, und das ſauerkleeſaure Salz gewaſchen, bis im durchlaufenden Waſſer kein Eiſen mehr entdeckt wird. Die ſauerkleeſaure Erde hat im trockenen Zuſtande eine Opalfarbe. Nachdem ſie gut gewaſchen iſt, wird ſie durch Hitze in einen Platintiegel zerſetzt. Die ſo erhaltene Zirkonerde iſt vollkommen rein, wird aber von Säuren nicht afficirt. Man muß mit Kali auf ſie, wie vorher, reagiren, und ſie dann ſo lange waſchen, bis das Alkali beſeitigt iſt. Nachher löſet man ſie mit Salzſäure auf, und fällt ſie mit Ammonium. Das gefällte Hydrat iſt völlig rein, wenn es gut gewaſchen worden iſt, und löſet ſich in den Säuren gut auf.

Die reine Zirkonerde iſt ein feines weißes Pulver ohne Geruch und Geſchmack, aber etwas rauh anzufühlen. Im Waſſer iſt ſie unauflöslich. Wird ſie langſam getrocknet, ſo ſintert ſie zu einer halbdurchſichtigen gelblichen, dem arabiſchen Gummi, ähnlichen Maſſe zuſammen, die $\frac{1}{3}$ ihres Gewichtes Waſſer bey ſich behält. In

reinen Alkalien iſt ſie unauflöslich, aber die kohlenſauren Alkalien löſen ſie auf. Vor dem Löthrohre ſchmelzt ſie nicht, ſondern giebt nur ein gelbliches Phosphorlicht aus. Erhitzt man ſie in einem Schmelztiegel aus Kohle, der auf Kohlenpulver in einem ſteinernen Schmelztiegel ſteht, und der einige Stunden lang einem guten Schmiede- feuer ausgeſetzet wird, ſo zerſchmelzt ſie zu einer Art von Teig, und ihre Theilchen werden zu einer grauen undurchſichtigen Maſſe verbunden, die mehr porzellan- als glasartig iſt. In dieſem Zuſtande iſt ſie ſo hart, daß man mit dem Stahl ihr Funken entlocken kann, und daß ſie das Glas ritzt. Ihr ſpecifiſches Gewicht beträgt 4,3.

Das Kalium wirkt auf ſie eben ſo wie auf die übri- gen Erdarten. Man kann daher behaupten, daß ſie aus einer metalliſchen Grundlage mit Sauerſtoff verbun- den zuſammengeſetzt iſt. Wird Kalium mit weißglühen- der Zirkonerde in Berührung gebracht, ſo verwandelt es ſich meiſtentheils in Kali und dunkle Theilchen, die durchs Vergrößerungsglas unterſucht, an einigen Stel- len metalliſch, an andern chocoladebraun erſcheinen, und ſowol im Kali als in der zerſetzten Erde vertheilt an- getroffen werden.

M. ſ. Handwörterbuch der praktiſchen Chemie von Ure. Artikel: Zirkonerde.

Zitterfiſche (Zuſ. z. S. 309. Th. VI.). **Volta**, welcher bereits die elektriſchen Wirkungen dieſer Fiſche auf eine ähnliche Art, wie die ſeiner Säule, zu erklären ſuchte, legte beſonders dem Hrn. Prof. zu Pavia, **P. Configliachi** [a]) in einem beſondern Schreiben Verſuche und Beobachtungen vor, die vorzüglich über Zitterrochen anzuſtellen wären, um die ſeit langer Zeit gehegten Ver- muthungen über die thieriſche Kraft derſelben bewahrhei-

---

[a]) Annali di chimica e Storia naturale etc. di *L. Brugnatelli* 1805. To. XXII. p. 223 sq. überſ. in Gehlen's Journal für die Chemie, Phyſ. u. Mineralog. B. IV. S. 612 ff.

tet zu ſehen, ſo wie anderer Fiſche, welche eine ähnliche bewundernswürdige Eigenſchaft, ſelbſt noch im höhern Grade beſitzen, wie der Zitteraal u. ſ. Configliachi ſuchte auf mögliche Art den Anforderungen Volta's zu genügen, und ſtellte mit lebenden Zitterrochen vorzüglich folgende Verſuche an:

Zuerſt war es ihm darum zu thun, wo möglich, die Elektricität dieſer ſonderbaren Thiere am Elektrometer merklich zu machen, das entweder unmittelbar, oder mit Hülfe des Condenſators angewendet wurde. Nach mancherley Verſuchen mit dem bloßen Elektrometer, welches auf verſchiedene Art an dem Thiere angebracht wurde, ohne das mindeſte Zeichen zu erhalten, wiederholte er dieſelben Proben theils mit einem Condenſator, theils auch mit zweyen in der Art, daß der zweyte die von dem erſten verdichtete Elektricität noch mehr anhäufte, wobey er ſich bemühte, ſie ſo auszuführen und abzuändern, daß er ſich von dieſer Thatſache überzeugen könnte. Aber alles war vergebens; indem auch mit dem empfindlichſten Goldblatt- oder Strohhalmelektrometer nicht die kleinſte Divergenz zu entdecken möglich war.

Indeſſen ſetzte ihn dies in Verwunderung, daß alle die übrigen Zeichen der Elektricität, die von den Zitterrochen erhalten wurden, ganz denen analog waren, welche eine Säule von 30 und mehr Plattenpaaren gab, die er ſtets bereit hielt, um die Vergleichung anzuſtellen; ſo die Empfindung von Licht oder dem vorübergehenden Schein, und diejenige, welche man in den Armen hatte, wenn man durch Berührung des untern und obern Theils des Thiers einen Bogen machte, eine Empfindung, die ſehr verſchieden iſt, je nachdem die ſchließende Hand dem poſitiven oder negativen Pol, oder dem Rücken oder Bauche des Zitterrochen entſpricht: ſo war auch das Geſetz der Körper, die bey der ſchwächſten Berührung und bey dem reichlichſten Strom von elektriſcher Flüſſigkeit, den ſie durchlaſſen können, leitend ſind, bey ſeiner Anwendung auf die Erſcheinungen des Zitterrochens nicht

im Mindeſten verändert; ſo gaben endlich die Verſuche mit den auf gewöhnliche Weiſe präparirten Fröſchen dieſelben Erfolge, als mit Volta's Elektromotoren erhalten wurde.

Da ihm viele Verſuche überzeuget hatten, daß das Thier nach Willkür wirke, und die elektriſche Flüſſigkeit, ſo viel als wahrgenommen werden konnte, in keiner fortwährenden und ununterbrochenen Circulation ſey, ſondern blos, wenn der Zitterrochen durch irgend einen beſondern Mechanismus die elektriſchen Organe, von welchen es dargereichet wird, in Thätigkeit ſetzte; ſo bemühete er ſich, durch aufmerkſame Beobachtung ſeiner Geſtalt und ſeiner Krümmungen, in dem Augenblick, da er den Schlag gab, jenen vorausgeſetzten Mechanismus nachzuahmen, oder ihn zu nöthigen, auch, wenn er nicht von Natur dazu aufgelegt war, Erſchütterungen zu geben, dadurch, daß er ihn in verſchiedene Lagen brachte, ihn in verſchiedenen Richtungen mit Gewichten zuſammendruckte, ihn an verſchiedenen Stellen des Körpers ſtach und reitzte in dem Augenblick, da die obere Platte des Condenſators mit dem Thiere ſelbſt in Berührung war. In dieſer zweyten Gattung von Verſuchen wurde Configliachi weniger getäuſcht, als in der erſtern; er hatte vielmals mehre Sekunden einem faſt ununterbrochenen Strom, der am Mikroelektrometer oder den präparirten Fröſchen ausnehmend merklich war, wahrgenommen; deſſenungeachtet erwartete er vergebens ein Zeichen von Divergenz bey den Goldblättchen oder Strohhalmen, als er die Platte des Condenſators mit dem Elektrometer in Verbindung brachte.

Configliachi errichtete nachher aus den getrennten Organen einiger Zitterrochen, die ihm gar kein Zeichen am Elektrometer gegeben hatten, Säulen, welche mehre Minuten hindurch ſehr wirkſam waren, wenn er ſie einige Zeit der Wirkung ſeiner gewöhnlichen Säule aus Zink- und Kupferplatten ausgeſetzt hatte, wie dies bey den von Ritter aus einem einzigen Metall errichteten

Säulen der Fall iſt, welche derſelbe Ladungsſäulen nennt. Dieſe Thatſache ſchien ihm ſehr merkwürdig zu ſeyn, und einen neuen Beweis für die Aehnlichkeit der natürlichen und künſtlichen Elektromotoren zu geben.

Ritter war indeſſen nicht der Meinung, die elektriſchen Organe dieſer Fiſche für natürliche Volta'ſche Säulen zu halten, weil ihre Wirkſamkeit beym wirklichen Leben ſo außerordentlich vom Gehirn abhängt, und aufhört, wenn man ſie mit dieſem außer Zuſammenhang ſetzt. Offenbar fließe ihnen vom Gehirn erſt die Bedingung zu, vermöge welcher ſie erſt zu dem werden, was ſie von ſich ſelbſt nicht ſind; und dieſer Einfluß könne im nichts andern beſtehen, als die in den Organen vorhandenen Elemente erſt zu Aequivalenten von Volta'ſchen Säulen zu ordnen, oder, wären ſie auch zuvor ſchon dazu geordnet, doch die elektriſchen Erregungen zwiſchen dieſen Elementen dahin abzuändern, daß ſie nun nicht mehr nach dem Geſetze blos einer Claſſe vorhanden ſeyn, es ſey dies nun nach der erſten, oder, welches weit wahrſcheinlicher ſey, nach der zweyten. So gewiß es aber auch ſey, daß alle auch noch ſo verſchiedene Reizungsarten ſich zuletzt in eine und die nämliche nächſte Urſache der Empfindung und der Bewegung auflöſeten, ſo gewiß werde obige Wirkung auf jene Organe auch von allem dem hervorgebracht werden können, was nur überhaupt Nerven wirkſam reize.

Die Herren v. Humboldt und Gay-Luſſac *) haben ebenfalls neue Verſuche über die Wirkung des Zitterrochen angeſtellt, und folgende Reſultate erhalten:

1. Obgleich der Zitterroche in ſeiner Stärke nicht mit dem Zitteraal zu vergleichen iſt, ſo iſt er doch im Stande, ſchmerzhafte Empfindungen zu erregen. Eine Perſon, welche ſonſt an elektriſche Stöße gewöhnt iſt, hält doch kaum den Schlag eines Zitterrochen von vier

---

*) Gehlen's neues allgemeines Journal der Chemie B. VI. S. 166 ff.

Decimeter Länge aus, wenn er in ſeiner ganzen Kraft iſt. Er giebt ſeinen Schlag unter dem Waſſer, und erſt, wenn er ſchwächer wird, verhindert dieſes Flüſſige ſeine Wirkung. Gay-Luſſac bemerkte, daß man in dieſem Fall die Erſchütterung erſt zu empfinden anfängt, wenn man den Fiſch über die Oberfläche des Waſſers hebt. Es iſt mit ihm, wie mit Fröſchen, womit man galvaniſche Verſuche anſtellt: die Bedingungen, unter welchen Zuſammenziehung erfolgt, ſind verſchieden, nach dem Grade der Reizbarkeit der Organe.

2. v. Humboldt hatte im mittäglichen Amerika wahrgenommen, daß der Zitteraal die fürchterlichſten Commotionen erregt, ohne irgend eine äußerliche Bewegung mit den Augen, dem Kopfe oder den Floſſen zu machen. Anders iſt es aber bey dem Zitterrochen: es wurde bemerkt, daß derſelbe jedes Mal, wenn er ſeinen Schlag giebt, convulſiviſch die Bruſtfloſſen bewegt; der Schlag wird ſtärker oder ſchwächer empfunden, je nachdem die Berührung auf einer größern oder kleinern Fläche Statt findet.

3. Man kann die Organe des Zitterrochen oder eines Zitteraals nicht nach Willkür entladen, wie man es bey einer Leydner Flaſche oder einer Säule thut. Man empfindet nicht immer eine Erſchütterung, wenn man einen elektriſchen Fiſch berührt; man muß ihn reizen, damit er einen elektriſchen Schlag gebe. Dieſer hängt ganz von der Willkür des Thieres ab, welches vielleicht ſeine elektriſchen Organe nicht beſtändig geladen hat; es ladet ſich aber mit bewundernswürdiger Geſchwindigkeit wieder, indem es fähig iſt, eine lange Zeit Erſchütterungen zu ertheilen.

4. Man empfindet den Schlag (im Fall der Fiſch bereit war, ihn zu geben), wenn man mit einem einzigen Finger eine einzige Fläche der elektriſchen Organe berühret, oder, indem man beyde Hände an beyde Flächen, die obere und untere, auf ein Mal legt. Auch iſt es in beyden Fällen gleichgültig, ob derjenige, der

ſeinen Finger oder ſeine beyden Hände in Berührung bringt, iſolirt iſt oder nicht.

5. Berührt eine iſolirte Perſon den Zitterrochen mit einem einzigen Finger, ſo muß die Berührung durchaus unmittelbar ſeyn. Es wird gar keine Commotion gefühlt, wenn ein leitender Körper, z. B. ein Metall, ſich zwiſchen dem Finger und dem Organ des Fiſches befindet. Daher berührt man ihn mittelſt eines Schlüſſels, oder jedes andern metalliſchen Inſtruments, ohne einen Schlag zu erhalten.

6. Nachdem Gay-Luſſac dieſe wichtige Bedingung wahrgenommen hatte, wurde der Zitterrochen auf eine Metallplatte gelegt, mit welcher die untere Fläche der Organe in Berührung war. Die Hand, welche dieſe Platte hält, empfindet nie eine Erſchütterung, wenn eine andere iſolirte Perſon das Thier reizt, und die convulſiviſche Bewegung ſeiner Bruſtfloſſen die ſtärkſten Entladungen ſeines elektriſchen Fluidums anzeigt.

7. Hält dagegen Jemand die Platte, auf welcher der Roche liegt, in der linken Hand, wie im vorigen Verſuch, und berührt dann die obere Fläche des elektriſchen Organs mit der rechten, ſo empfindet er eine ſtarke Erſchütterung in beyden Armen zugleich.

8. Der Erfolg bleibt derſelbe, wenn der Fiſch zwiſchen zwey Metallplatten, deren Ränder ſich nicht berühren, gelegt worden, und man dieſe Platten mit beyden Händen zugleich anfaßt.

9. Findet aber im vorigen Falle (8) irgend eine unmittelbare Verbindung zwiſchen den Rändern der beyden Metallplatten Statt, ſo empfindet man in beyden Armen gar keine Commotion. Die Kette iſt dann zwiſchen den beyden Flächen des Organs durch die Platten geſchloſſen und die abermalige Communication, die man durch Berührung der Platten mit beyden Händen bewerkſtelligt, iſt ohne Erfolg.

10. Auch das empfindlichſte Elektrometer giebt gar keine elektriſche Spannung in den Organen des Zitterrochen an; es wird, davon auf keine Art afficirt, wie man es auch anbringen mag, indem man es entweder den Organen nähert, oder den Fiſch iſolirt, ihn mit einer Metallplatte bedeckt, und dieſe Platte durch einen Leitungsdraht mit Volta's Condenſator in Verbindung ſetzt. Nichts zeigt hier, wie bey dem Zitteraal, an, daß das Thier die elektriſche Spannung der umgebenden Körper modificire.

11. Da die elektriſchen Fiſche, in geſundem Zuſtande, mit gleicher Stärke unter Waſſer, wie in der Luft wirken, ſo wurde auch die Leitungsfähigkeit dieſes Flüſſigen geprüft. Als mehre Perſonen die Kette zwiſchen der Oberfläche und Unterfläche der Organe des Zitterrochen ſchloſſen, empfanden ſie erſt einen Schlag, als ſie ſich die Hände naß machten. Ein Waſſertropfen unterbricht nicht die Wirkung, wenn zwey Perſonen, die den Zitterrochen mit der rechten Hand halten, anſtatt ſich die linke zu geben, jede eine Metallſpitze in einen, auf iſolirender Unterlage ruhenden, Waſſertropfen tauchen.

12. Setzt man in dieſem Falle an die Stelle des Waſſertropfens die Flamme, ſo iſt die Communication unterbrochen, und wird nicht eher wieder hergeſtellt, als bis die Metallſpitzen im Innern der Flamme ſich unmittelbar berühren.

13. Noch iſt zu bemerken, daß unter Waſſer, wie in der Luft, nicht anders als auf unmittelbare Berührung des Körpers der elektriſchen Fiſche eine Commotion empfunden wird; auch nicht durch die dünnſte Waſſerſchicht hindurch geben ſie ihre Schläge. Dieß iſt um ſo merkwürdiger, da in den galvaniſchen Verſuchen, wo der Froſch im Waſſer getauchet iſt, es bekanntlich hinreicht, die ſilberne Pincette den Muskeln zu nähern, und Zuſammenziehung erfolgt, wenn die Zwiſchenſchichte von Waſſer ein bis zwey Millimeter dick iſt.

Aus dieſen Beobachtungen, welche an den Zitterrochen angeſtellet wurden, ergiebt ſich folgendes: Nach den Verſuchen in 4. und 10. iſt klar, daß die elektriſchen Organe dieſer Thiere gar keine Spannung, keine überſchüſſige Ladung, anzeigen. Vielmehr ſollte man geneigt ſeyn, ihre Wirkung mit der einer Vereinigung von kleinen Leydener Flaſchen, als mit einer Volta'ſchen Säule, zu vergleichen. Ohne Kette läßt ſich gar keine Commotion erhalten. Wenn der Zitterroche durch Pole wirkt, durch ein elektriſches Gleichgewicht, welches ſich wieder herzuſtellen ſtrebt, ſo ſcheinen die Verſuche unter 5 und 6 zu erweiſen, daß dieſe Pole neben einander, auf einer und derſelben Fläche des Organs, vorhanden ſind. Man erhält einen Schlag, indem man nur eine einzige Fläche mit ſeinem Finger berührt. Eine zwiſchen der Hand und dem Organ befindliche Platte (6) ſtellt ſelbſt das Gleichgewicht wieder her, und die Hand, welche jene Platte hält, empfindet nichts, weil ſie außer dem Strome iſt. Nimmt man aber eine Anzahl entgegengeſetzter Pole auf jeder Fläche des Organs an, warum ſtellt ſich das Gleichgewicht durch die Arme wieder her, wenn man jene Fläche mit zwey Metallplatten, deren Ränder ſich nicht berühren, bedeckt, und die Hände auf dieſe Platten legt? Warum ſucht die poſitive Elektricität der untern Fläche, in dem Augenblick der Exploſion nicht die negative des benachbarten Pols, und warum findet ſie ſie nur auf der obern Fläche des elektriſchen Organs? Dieſe Schwierigkeiten ſeyen vielleicht nicht unüberſteiglich, aber es würden noch viele Unterſuchungen zu der Theorie dieſer Lebensverrichtungen erfordert. Geoffroy habe bewieſen, daß die Rochen, welche keine Anzeige von Elektricität gaben, Organe beſäßen, die den des Zitterrochens ſehr ähnlich ſeyen. Die geringſte Verletzung des Gehirns verhindere die Wirkung dieſes elektriſchen Fiſches. Die Nerven ſpielten in dieſen Erſcheinungen ohne Zweifel die größte Rolle, und der Phyſiolog, der die Lebensverrichtungen in ihrer Geſammtheit umfaſſe,

würde ſich mit Grund dem Phyſiker auflehnen, der alles aus der Berührung der eiweißgallenartigen Pulpe und der aponeurotiſchen Blättchen, welche die Natur in den Organen des Zitterrochen verbunden habe, zu erklären glauben könnte.

Zurückwerfung der Lichtſtrahlen (Zuſ. z. S. 768. Th. V.). Herr Cauchoix hat eine Vorrichtung angegeben, mit deren Hülfe die beyden angeführten Geſetze der Zurückwerfung des Lichtes auf einer ſpiegelnden Oberfläche deutlich dargeſtellet werden können. Die fig. 38. ſtellt dieſelbe vor. Sie beſteht aus einer kreisförmigen Ebene AZB, welche vertikal auf einem feſten Fuß angebracht iſt, den man durch Schrauben ſtellen kann. Der Umkreis AZB iſt eingetheilt, und trägt zwey metallene Läufer S und O, die mit ihm concentriſch ſind, und deren jeder mit einem kleinen Loch S′ und O′ in gleichem Abſtand von der Ebene des Kreiſes durchbohrt iſt. Vor der Mitte C bringt man ein polirtes Spiegelglas an, deſſen Lage man durch Stellſchrauben ſo regulirt, daß es auf jene nämliche Ebene ſenkrecht, mithin horizontal, wenn dieſe vertikal iſt, wovon man ſich überzeugen kann, wenn man eine Nivellirwage auf die obere Fläche des Glaſes ſetzt und zuſieht, ob dieſe eine horizontale Richtung deſſelben zu erkennen giebt, wenn die Richtung der Ebene des Kreiſes nach irgend einem vertikalen Gegenſtande, wie den Rahmen eines Fenſters oder den Seitenkanten eines Gebäudes regulirt worden iſt. Ueber dieſem Glaſe endlich und vor der Mitte ſelbſt befeſtiget man bleibend einen ebenen Metallſtreifen, deſſen geradlinichter Rand CL, welchem man die Form einer ſcharfen Schneide gegeben hat, auf der Oberfläche des Glaſes eine gerade Linie vorſtellet, welche von der Mitte C ſenkrecht auf die Ebene des Kreiſes, ausgeht; und auf dieſer Linie giebt man noch einen Strich C′ an, genau in der Entfernung, in welcher die Löcher in den Läufern gebohrt ſind, ſo daß die drey Punkte S′, O′, C′ ſich immer in der nämlichen dem eingetheilten Kreiſe parallelen Ebene befinden. Nach ſo getroffe-

ner Einrichtung ſtellt man den Apparat vor ein offenes Fenſter, ſo daß das Licht der Sonne durch das Loch S′ eintreten und auf das Glas unter verſchiedenen Winkeln fallen kann. Darauf verſchiebt man den Läufer O′, bis man beym Hindurchſehen durch das Loch O′ das Bild des Lochs S′ genau am Rande der ſcharfen Kante CL des von der Mitte ausgehenden zugeſchnittenen Streifens erblickt. Die Erfahrung zeigt, daß die Erfüllung dieſer Bedingung immer möglich iſt; und dann nimmt man jederzeit wahr, daß der Einfallspunkt genau auf den Strich C fällt. Mithin ſind der einfallende und der zurückgeworfene Strahl in einer und derſelben, auf der zurückwerfenden Oberfläche ſenkrechten Ebene begriffen. Da ferner dieſe beyden Strahlen auf der Axe CC′ des eingetheilten Kreiſes zuſammentreffen, ſo werden ihre Neigungen gegen die Oberfläche durch die Bogen BS und AO gemeſſen, deren Werth ſich auf der Eintheilung ſelbſt ableſen läßt, indem man vom horizontalen Durchmeſſer AB ausgeht. Hiebey findet man für alle mögliche Lagen der Läufer, daß der einfallende und der zurückgeworfene Strahl ſtets gleiche Winkel mit der zurückwerfenden Oberfläche bildet.

Mit Hülfe dieſes Apparates kann man ſehr vortheilhaft die Winkel beſtimmen, welche von zwey ebenen und glatten Oberflächen gebildet werden. Wenn z. B. die Winkel, unter welchem ſich die ebenen und polirten Seitenflächen eines Prisma ſchneiden, gemeſſen werden ſollen, ſo verfährt man auf folgende Art: Man erhält das Spiegelglas GG, anſtatt es mit der Kante CL in Berührung zu bringen, in einer Entfernung von zwey bis drey Millimetern davon, unbeſchadet ſeiner ſenkrechten Richtung auf die Ebene des Kreiſes, die ſich ihm leicht durch die Stellſchrauben, durch welche es in Bewegung geſetzt wird, ſichern läßt. Um bequem von der Erfüllung dieſer Bedingung ohne eine andere Mithülfe als die des Inſtrumentes ſelbſt urtheilen zu können, bringe man den Läufer O ungefähr an den höch-

ſten Punkt des Kreiſes; ſtelle alsdenn das Auge hinter dieſen Läufer, betrachte das Glas dadurch, und regulire ſeine Stellung ſo, daß das zurückgeworfene Bild des Loches O′ und des Auges durch dieſes nämliche Loch wieder austritt, indem es das, auf der Kante CL angegebene feſte Merkzeichen C′ ſtreift. Iſt dies der Fall, ſo kann man ſicher ſeyn, daß der Strahl O′C′, welcher dem Kreiſe parallel iſt, zugleich ſenkrecht auf dem Spiegel ſteht, woraus umgekehrt folgt, daß dieſer auf der Ebene des Kreiſes ſenkrecht iſt. Hat man ſich auf dieſe Art davon überzeugt, ſo lege man auf das Spiegelglas eine der beyden ebenen Flächen des Prisma, deren Neigungswinkel gegen einander gemeſſen werden ſoll; ſchiebe die ſcharfe Kante des Prisma unter den ſcharfen Rand CL, indem man es ſo dreht, daß ſeine obere Fläche ebenfalls ſenkrecht auf die Ebene des Kreiſes iſt; welches Statt haben wird, wenn, nachdem der Läufer an irgend eine Stelle des Umkreiſes gebracht iſt, das von dieſer Fläche zurückgeworfene Bild des Loches S′ ſich durch den andern Läufer am Rande des feſten Merkzeichens C′ erblicken läßt. Alsdenn wird die Mitte des Bogens OS die Stelle ſeyn, von welcher die gerade Linie nach dem Mittelpunkte C gezogen auf der zurückwerfenden Oberfläche des Prisma ſenkrecht ſteht. Der Bogen von der Mitte des Bogens OS bis zu dem Punkte, von welchem die Linie auf den Spiegel, mithin auch auf der andern Seitenfläche des Prisma ſenkrecht ſteht, zeigt die Größe des zu meſſenden Neigungswinkels an.

Ueberhaupt gründen ſich auf die Zurückwerfungsgeſetze des Lichtes alle Winkelinſtrumente, welche beſtimmt ſind, die Größe der Neigungswinkel der Oberflächen der Körper gegen einander, wovon der Artikel Goniometer, nachzuſehen iſt.

M. ſ. Lehrbuch der Experimentalphyſik von Biot. Th. III. S. 233 ff.

Regiſter

über die

drei letzten Supplementbände VIII. IX und X.

des

phyſikaliſchen Wörterbuchs

von

Dr. Johann Carl Fiſcher.

A. Deutſches Regiſter.

Anmerk. Die Römiſchen Zahlen zeigen die Theile und die gewöhnlichen Ziffern die Seiten an.

A.

Abfeuern des Geſchützes, als Hauptmittel zur Zerſtreuung des Gewitters IX. 317. eigene Bemerkungen bey Schallverſuchen X. 400.
Abſtoßen VIII. 1. elektriſches an der Volta'ſchen Säule zuerſt bemerkt von Marechaux VIII. 230. des Magnets, neuere Unterſuchungen darüber von Hanſteen IX. 817.
Abweichung der Magnetnadel VIII. 2. jährliche VIII. 5. tägliche VIII. 12.
Abweichungscompaß, von Prony VIII. 2.
Adhäſion VIII. 19. als Anfang einer chemiſchen Verwandtſchaft nach Link VIII. 19. ſcheint nach Ermann aus mehreren Verſuchen hervorzugehen VIII. 66. mathematiſche Theorie von Delaplace VIII. 40. by mehreren Adhäſionsverſuchen kommt auch außer der Adhäſion die Chäſion der Körpertheile unter ſich mit ins Spiel nach Link VIII. 82.
Adhäſionsfiguren, galvaniſche, von Ermann entdeckt VIII. 66.
Aepfelſäure, iſt von der Vogelbeer= oder Spierſäure nicht verſchieder VIII. 87.
Aeroſtat, iſt in den neuern Zeiten zu wichtigeren Zwecken, als vormals, angewendet worden VIII. 88.
Aether, nach neuern Unterſuchungen ſcheinen zweyerley Arten unterſchieden werden zu müſſen VIII. 93.
Alaun, die eigentlichen Beſtandtheile deſſelben ſind in den neuern Zeiten genauer unterſucht worden VIII. 94.
Alaunerde VIII. 96. beſteht aus Sauerſtoff und einer eigenen metalliſchen Grundlage VIII. 602.
Alliau's galvaniſche Säule VIII. 217.
v. Alhauß's hypothetiſche Erklärung der elektro=magnetiſchen Erſcheinungen IX. 1072.
Ameienſäure, unterſcheidet ſich von der Eſſigſäure VIII. 96.
Amic's kaladiodriſches Mikroſkop X. 119.
Ammoniak, Vermuthung von H. Davy, daß auch Sauerſtoff einen Beſtandtheil deſſelben ausmache X. 648. Berthollet's des

Jüngern Verſuche dagegen ergeben, daß das Ammoniak keinen Sauerſtoff enthalte, ſondern aus Waſſerſtoff und Stickſtoff zuſammengeſetzt ſey X. 650. Auch dies beſtätiget W. Henry X. 651., ſo wie Gay-Luſſac und Thenard X. 652. Berzelius und andere Chemiker entdeckten aber im Ammoniak ein eigenes Metall, wie H. Davy bereits vermuthet hatte X. 652. Daher entſtand eine zweyfache Meinung von den Beſtandtheilen des Ammoniaks; einige Chemiker behaupten, das Ammoniak ſey zuſammengeſetzt aus Waſſerſtoff, einer metalliſchen Baſis (Nitricum) und Sauerſtoff, welches beydes zuſammen den Stickſtoff bilden X. 653.; Andere dagegen behaupten, daß das Ammoniak aus Waſſerſtoff und Ammonium zuſammengeſetzt ſey X. 654.

Ammonium, das wahrſcheinliche Metall, als Beſtandtheil des Ammoniaks X. 652.

Ampère's Einrichtung einer aſiatiſchen Magnetnadel IX. 886. Verſuche, eine Stahlnadel durch den Galvenismus zu magnetiſiren IX. 960. Deſſen vielfältige Verſuche über den Elektro-Magnetismus IX. 966. Entdeckung des allgemeinen Geſetzes: daß zwey parallel nach einerley Richtung hinfließende Ströme der Elektricität ſich anziehen, in entgegengeſetzter parallel ſich bewegende dagegen abſtoßen IX. 981. Entdeckungen anderer merkwürdiger elektro-magnetiſcher Erſcheinungen IX. 994. Hypotheſe zur Erklärung der magnetiſchen und elektro-magnetiſchen Erſcheinungen IX. 1031.

Anker's Entdeckung, daß die eigentlichen Vulkane nur im Trapp-Porphyr in Deutſchland ihren Urſprung haben X. 633.

Anſchauung VIII. 97. reine und empiriſche VIII. 98. 99. reine iſt nur in der Mathematik möglich VIII. 101.

Aräometer VIII. 103. von Tealles VIII. 104.

Arago's Verſuche über das Brechungsvermögen der Gasarten VIII. 375. genaue Abwägung der Luft IX. 750. Vermuthung über die Einwirkung eines bloßen elektriſchen Stroms auf die Magnetnadel IX. 948. Hervorrufung des Magnetismus in Eiſen- und Stahlnadeln durch den elektriſchen Strom IX. 950. 958. Beobachtung der Farbenerſcheinungen an gewiſſen Stücken Schwerſpaths X. 321. Entdeckung des polariſirten Lichtes in Hinſicht der Zurückwerfung deſſelben X. 324. Beobachtungen bey der Interferenz des Lichtes X. 337.

Arfredſon's Entdeckung des Metalls Lithion IX. 746.

Athmen VIII. 105. Davy's Verſuche VIII. 105. Pfaff's Gegenbemerkungen VIII. 108.

Atomen VIII. 115. neuere Vorſtellungen darüber VIII. 116.

Atwood's Fallmaſchine VIII. 641. zweckmäßigere Einrichtung derſelben von Gott. Fiſcher VIII. 642.

Auflöſung VIII. 120. unterſcheidet ſich nach Lavoiſier von der Löſung VIII. 121. Berthollet's Anſichten darüber VIII. 121. Prouſt's Gegenbemerkungen VIII. 123. Link's Erklärung der Auflöſung VIII. 130.

Auflöſungsſyſtem VIII. 141. Verwerfung von Dalton VIII. 141. Vertheidigung von mehreren Phyſikern VIII. 142.

Auge VIII. 133. iſt nach neuern Unterſuchungen nicht ſo geordnet, daß durch die verſchiedenen Feuchtigkeiten die Abweichung des Lichtes wegen der Kugelgeſtalt ſowol, als auch wegen der Farben, aufgehoben wird VIII. 134. chemiſche Unterſuchungen der Augenflüſſigkeiten

zuerſt von Chevenix angeſtellt VIII. 136. Mittel, die Weitſichtigkeit allmählig zu verlieren und wichtige Betrachtungen über die Kurzſichtigkeit VIII. 138.
Ausdehnung, des Queckſilbers VIII. 179. genauere Beſtimmung durch Petit und Dulong VIII. 181. des Eiſens von Plac. Heinrich VIII. 462. der elaſtiſchen Flüſſigkeiten bey einer Temperaturerhöhung vom Froſt- bis zum Siedpunkte IX. 748. einiger feſter Körper in Temperaturen über 100° Cent. X. 348. neue Tabelle über die Ausdehnung feſter Körper X. 685. allgemeines Geſetz für die Ausdehnung der Gasarten X. 691. Bemerkungen über die Ausdehnung tropfbar flüſſiger Körper X. 694.
Ausdünſtung VIII. 139.
Ausflüſſe VIII. 158.
Avogadro's Entdeckung, daß einige Metalle in Salpeterſäure getaucht eine auf die Magnetnadel entgegengeſetzte Wirkung zeigen IX. 931.
Azotoxydgas IX. 296.
Azotoxydulgas IX. 297.

B.

Baland's Entdeckung des Brom. X. 474.
Baldwin's Mittel, die Weitſichtigkeit allmählig zu verlieren VIII. 137.
Barlow's Verſuche über den Magnetismus im heißen Eiſen IX. 825. Theorie des Magnetismus IX. 838.
Barometer VIII. 176. ob die beſten Barometer wahre Individuen ſind? VIII. 177. beſonders wirkt die Haarröhrchenkraft verſchieden VIII. 177. verbeſſertes Heberbarometer von Gay-Luſſac VIII. 178. die Queckſilberſäule verlängert ſich beym Wegtragen des Barometers von einem Ort zum andern, ja ſogar beym Anſtoßen VIII. 189. neues Reiſebarometer von Engelfield VIII. 190. Bemerkungen gegen alle bis jetzt bekannte Reiſebarometer von v. Buſſe VIII. 193. abgekürztes Barometer oder thermometerartiges Barometer von Wollaſton VIII. 195.
Barometerveränderungen VIII. 197. ſorgfältigere Beobachtungen der regelmäßigen unter der Linie VIII. 197. nach Giovene liegt die Urſache derſelben in der zu- und abnehmenden Luftelektricität VIII. 200. Einwendungen dagegen von Chiminello VIII. 201. Ramond's Beobachtungen darüber VIII. 205. die tägliche oder regelmäßige Barometerveränderung hängt nach ihm ganz allein von der Sonnenwärme ab VIII. 205. die unregelmäßige oder zufällige erklärt er aus den Dichtigkeiten der atmoſphäriſchen Luft VIII. 208.
Baronio's galvaniſche Batterie aus bloßen vegetabiliſchen Stoffen VIII. 220.
Baſalt, vorzügliche Beweiſe, daß die Entſtehung deſſelben vulkaniſchen Urſprungs iſt X. 625. Gegenbemerkungen X. 628.
Bathometer VIII. 211.
Batterie, galvaniſche VIII. 512.
Allizau's VIII. 217.
Behrens's trockene Säule VIII. 223.
Marechaux's trockene Säule VIII. 220.

Ritter's Ladungsſäule VIII. 227.
Wilkinſon's mächtiger Trogapparat VIII. 239.
Davy's wichtige Entdeckungen mit dieſem Apparate VIII. 241.
Childern's großplattiger Apparat VIII. 243.
Wollaſton's kleinſter und ſehr einfacher Apparat VIII. 248.
Deluc's trockene Säule VIII. 251.
Zamboni's trockene Säule VIII. 259.
Bechſtein's Einrichtung einer der größten Zamboni'ſchen Säulen VIII. 276.
Zamboni's zweyelementarige Säule VIII. 283.
Beſtätigung derſelben durch Ermann VIII. 294.

Baumgärtner's Reflexions-Choniometer IX. 331.

Bechſtein's große Zamboni'ſche Säule VIII. 276. Verſuche über den Elektro-Magnetismus IX. 885.

Beck's Verſuche über den Elektro-Magnetismus IX. 915. merkwürdige Wirkungen der Maſchinenelektricität auf die Magnetnadel IX. 1017. Verſuche über den Thermo-Magnetismus X. 13.

Becquerel's merkwürdige Entdeckung auf Magnetismus durch die Wirkung der Säure auf Alkalien IX. 935. Erfahrungen, daß in einem einzigen Metall der Magnetismus durch die Elektricität hervorgerufen werden kann X. 8. thermo-elektriſche Verſuche X. 15. Verſuche über die Entwickelung der magnetomotoriſchen Elektricität X. 40. Bemerkung, daß bey der Berührung eines feſten Körpers mit Flüſſigkeiten ohne chemiſche Einwirkung kein wahrnehmbares elektriſches Phänomen erfolget X. 46. Verſuche mit dem elektromagnetiſchen Multiplikator X. 146. Unterſuchung über den Einfluß der Elektricität bey chemiſchen Prozeſſen X. 303. Bemerkung über den Elektro-Chemismus X. 595.

Behrens's trockene Säule VIII. 223. Darſtellung derſelben unter dem Namen eines Elektrometers VIII. 573. durch v. Bohnenberger verbeſſert VIII. 575.

Bemmelen's Meinung über die Urſache des Verbrennens des Phosphors in Verbindung mit Schwefel oder Harz im luftleeren Raume X. 267.

Benzenberg's angeſtellte Vergleichung des Reiſebarometers und mehrerer andern zum Theil Heber- zum Theil Gefäßbarometer VIII. 177. Empfehlung ſolcher Reiſebarometer, auf welche die Skale mit Flußſäure eingeätzt iſt VIII. 192. Erinnerung dagegen von Piſtor VIII. 192. Beſchreibung eines merkwürdigen Blitzeinſchlages VIII. 322. berechnete Tafeln zu Höhenmeſſungen mit dem Barometer IX. 386. Schallverſuche in verſchiedenen Luftarten X. 403. Bemerkung gegen Biot's Schallverſuche durch feſte Körper X. 407. eigene Methoden den abſoluten Nullpunkt des Thermometers zu beſtimmen X. 539.

Benzenſäure VIII. 302.

Berard's Verſuche über die chemiſche Wirkung des Sonnenſpectrums IX. 716. X. 668. Unterſuchung über die ſpeciſiſche Wärme der Gasarten X. 708.

Berlinerblauſäure VIII. 303. wurde zuerſt von Gay-Luſſac ganz rein dargeſtellt VIII. 303.

Bernhardi's Unterſuchungen über die Grundformen der Grundſtoffe IX. 355. Bemerkungen über Mitſcherlich's Anſichten wegen der

Grundgeſtalt der Kryſtalle IX. 578. Entgegnung der Weiß'ſchen Anſichten über die Entſtehung der Kryſtalle IX. 586.

Berthollet's des Aeltern, Bemühungen über die Urſachen und Bedingungen in den Miſchungen VIII. 121. Prouſt's Gegenbemerkungen VIII. 123. Behauptung, gegen Dalton, der Auflöſung des Waſſerdunſtes in der Luft VIII. 143. Meinung über die Abſorption der Gasarten vom Waſſer IX. 257. Verſuche über die Verbindungen der Gasarten vom Waſſer IX. 257. Verſuche über die Verbindungen der Gasarten IX. 261. Verſuche mit brennbaren Gasarten IX. 282. Meinung, daß das Kohlenſtofforydgas auch Waſſerſtoff enthalte IX. 285. Meinung von der Natur des Knallqueckſilbers IX. 511. Meinung über die Beſtandtheile des Hornſilbers IX. 720. Meinung über die Wirkung des farbigen Lichtes im Sonnenſpectrum auf Körper IX. 732.

Berthollet's, des Jüngern, Vorſichtsregeln zur Erhaltung genauer Reſultate beym Volta'ſchen Eudiometer VIII. 628. Verſuche über die Zerlegung des Ammoniaks IX. 650. Manometer X. 51. Meinung über die verſchiedenen Orydationsverbindungen mit Metallen X. 75. Vermuthung, daß der Schwefel auch Waſſerſtoff enthalte X. 423.

Bertrand's vermeinte Urſache über die Wirkung des mit Sand vermiſchten Schießpulvers X. 413.

Berzelius's chemiſche Analyſe des Bluts VIII. 355. Entdeckung des Cereriums VIII. 394. Beſtandtheile der Citronenſäure VIII. 409. Verſuche über die Wirkung der galvaniſchen Säule auf Salze und einige ihrer Baſen IX. 133. vormalige Theorie des Galvanismus IX. 139. nachmalige Theorie IX. 157. Meinung, daß die von v. Jäger aufgeſtellte Theorie des Galvanismus die wahrſcheinlichſte ſey IX. 197. Meinung über die Natur der Salzſäure IX. 299. X. 381. Entdeckung des Silicium in der Kieſelerde IX. 496. Unterſuchung der Gründe, nach welchen die Identität des Lichtes und der Wärme zu folgen ſcheinet IX. 738. Bemerkung über die Wirkung des galvaniſchen Multiplikators IX. 939. Theorie der elektromagnetiſchen Erſcheinungen IX. 1072. Geſetz der Orydationsgrade, für ein Metall X. 76. Beſtimmung der Metalloide X. 77. Beſtandtheile der Milchzuckerſäure X. 125. Anführung der Eigenſchaften der Milchſäure X. 126. Apparat zur Prüfung der Beſtandtheile vegetabiliſcher Stoffe X. 212. Beobachtung einer Lichterſcheinung bey Auflöſungen X. 256. Verbindungsverhältniſſe des Phosphors mit Sauerſtoff X. 269. Beſtandtheile der Phosphorſäure X. 271. Orydationsſtufen des Platins X. 281. Eintheilung der Orydationsſtufen eines und deſſelben Körpers X. 384. genaue Verſuche über das ſpecifiſche Gewicht der Gasarten X. 443. Entdeckung des Selens X. 446. Unterſuchungen über das Silicium X. 451. Meinung über die Zuſammenſetzung des Stickſtoffs X. 457. ſtöchiometriſche Tafeln X. 470. beſondere Verdienſte in der Stöchiometrie X. 492. Beſtandtheile der Strontianerde X. 495. Anführung der Eigenſchaften des Tellurs X. 498. Bemerkung über die Forſchung des abſoluten Nullpunkts des Thermometers X. 541. Unterſuchungen über die Eigenſchaften des Ulmins X. 566. Entwickelung des Elektro-Chemismus X. 578. wahrſcheinliche Erklärung des Verbrennens und des dabey entſtehenden Feuers X. 580. genaue Auffindung der Beſtandtheile des Waſſers X. 742. Vermuthung über einige

höchſt ſonderbare und mit den gewöhnlichen chemiſchen Phänomenen in Widerſpruch ſtehende Erſcheinungen X. 758.
Beudant's Meinung über das Entſtehen der Kryſtallformen IX. 572.
Beugung des Lichtes VIII. 305. neuere Verſuche
von Jordan VIII. 306.
von Young und Fresnel VIII. 313.
von Biot und Pouillet VIII. 314.
von Mayer VIII. 314.
von Fraunhofer IX. 429.
Bevan's Beobachtungen an Sternſchnuppen X. 453.
Biot's Bemerkungen von drey großen Claſſen magnetiſcher Erſcheinungen an der Oberfläche der Erde VIII. 8. Abweichung der Magnetnadel VIII. 8. Neigung der Magnetnadel X. 169. angeſtellte Luftreiſe zu wiſſenſchaftlichen Zwecken VIII. 90. Vorſtellung über die Natur der Atomen VIII. 117. Urſache über die Beugung des Lichtes VIII. 314. Unterſuchung, wie die Ablenkung, welche das Licht durch verſchiedene Gasarten erleidet, mit der chemiſchen Natur derſelben zuſammenhänge VIII. 376. Vermuthung, daß durch jede ſchnelle Compreſſion der Luft eine Verbindung des Waſſerſtoff- und Sauerſtoffgas ſich bewirken laſſe IX. 70. Bemerkungen über die Wirkung des farbigen Lichtes im Sonnenſpectrum auf Körper IX. 732. genaue Abwägung der atmosphäriſchen Luft IX. 750. Beſchreibung eines thermo-magnetiſchen Apparats X. 26. Erklärung des Thermo-Magnetismus X. 27. Verſuche zur Auffindung der magnetiſchen Kräfte an verſchiedenen Orten der Erde X. 174. Meinung über die Wirkung des Erdkörpers auf die magnetiſchen Erſcheinungen X. 180. Erklärung von der Entſtehung des Nordlichtes X. 193. Vorrichtung zu Lichtpolariſationsverſuchen X. 293. Verſuche mit dem Turmalin in Anſehung der Polariſation des Lichtes X. 317. Vertheidigung des Emanationsſyſtems X. 335. Schallverſuche durch feſte Körper X. 407. Bemerkung, daß das polariſirte Licht auf Glasſtreifen, die in ſchwingende Bewegung verſetzt worden, Einfluß habe X. 552. Auffindung des Geſetzes der Fortleitung der Wärme in feſten Körpern X. 678. Erzeugung des Waſſers durch bloße Compreſſion des Waſſerſtoff- und Sauerſtoffgaſſes X. 742.
Biſchof's Bemerkungen über das Entſtehen der Kryſtalle IX. 583. Meinung über das Licht und die Wärme IX. 731. Verdienſte in der ſtöchiometriſchen Lehre X. 467.
Bitterſalzerde VIII. 319.
Blauſtoff VIII. 319. ein von Gay-Luſſac im Jahre 1815 neu entdecktes Gas VIII. 319.
Blitz VIII. 320. Theorie über die Entſtehung deſſelben von Deluc VIII. 322.
Blitzableiter VIII. 325.
Blitzröhren VIII. 340.
Blut VIII. 345. Einwirkung der Elektricität auf daſſelbe VIII. 346. mechaniſche Erklärung des Blutumlaufs im thieriſchen Körper VIII. 347. chemiſche Unterſuchungen VIII. 354.
Bodde's Hypotheſe über die Natur der Elektricität, nach welcher die Blitzableiter am ſicherſten anzulegen ſind VIII. 325. Gegenbemerkungen deſſelben von Reimarus VIII. 331. von Hinderſen VIII. 334. von Gilbert VIII. 335.

Boeckmann's Wahrnehmung des galvaniſchen Funkens IX. 127. bemerkter Einfluß der Kometen auf die Witterung IX. 518. über die verſchiedene Einwirkung des Lichtes auf Körper IX. 719. Bemerkung, daß die dicken Leitungsdrähte des Galvanismus eine größere Wirkung auf die Magnetnadel zeigen IX. 917. Verſuche mit der Maſchinenelektricität zur Hervorbringung elektro = magnetiſcher Erſcheinungen IX. 1011.

Boettcher's Methode, Fleiſch vor Fäulniß zu bewahren IX. 400.

v. Bohnenberger's merkwürdige Verſuche mit der trockenen Säule VIII. 267. Mittel, mit Hülfe einer trockenen Säule die Verſtärkung eines beſtimmten Condenſators der Elektricität zu finden VIII. 418. Beſchreibung des verbeſſerten Behrens'ſchen Elektrometers VIII. 575. Angabe, daß zur Verminderung der Farbenzerſtreuung bey den Fernröhren das Verhältniß 2:3 dem 1:3 vorzuziehen ſey IX. 51. Bemerkung, daß die trockene galvaniſche Säule zum Beweiſe der Volta'ſchen Hauptverſuche diene IX. 198.

Bonafous's Thermometergraph X. 544.

Borarſäure VIII. 357. iſt zuſammengeſetzt aus Boron und Sauerſtoff VIII. 358.

Borolier's Aſtrallampe IX. 626.

Boron, das Radikal der Borarſäure VIII. 358.

Bouillon's Bemerkung, daß junge Weine bey der Deſtillation mehr Alkohol, als alte, geben X. 768.

Boullay's erſte Darſtellung des Phosphor = und Arſenik = Aethers VIII. 94.

Bouvier's Verſuch, eine trockene Säule zu errichten VIII. 217.

Brande's chemiſche Verſuche über den färbenden Stoff des Blutes VIII. 355. Erklärung eines merkwürdigen elektriſchen Verſuches VIII. 487. Einwürfe gegen Ermann's Annahme einer Unipolarität IX. 671. Tabelle über den Alkoholgehalt verſchiedener Weine X. 764.

Brandes's Analyſe des Bienenwachſes VIII. 396.

Brandes's, W., Urſache der Spiegelung IX. 315. über die Krümmung der Kometenſchweife IX. 526. meteorologiſche Beobachtungen X. 80. muthmaßliche Erklärung über die Entſtehung des Regens X. 358. Beobachtungen über die Sternſchnuppen X. 453. Meinung über die Urſache des Wetterleuchtens X. 780. Erklärung einer durch Wolken bewirkten Erſcheinung X. 783.

Braunſteinmetall VIII. 359.

Brechbarkeit des Lichtes VIII. 360. v. Goethe ſuchte Newton's Lehre wankend zu machen VIII. 360. Widerlegung von Prevoſt VIII. 361.

Brechung der Lichtſtrahlen VIII. 362. Nähere Entwickelung der Umſtände, unter welchen die Brechung in eine Zurückwerfung übergeht von la Place VIII. 364. brechende Kräfte der undurchſichtigen Körper von Wollaſton VIII. 369. Auffindung des Geſetzes wie ſich bey der atmosphäriſchen Luft das Brechungsvermögen mit ihrer Dichtigkeit verändert VIII. 377. Einfluß des Brechungsvermögens auf die Erforſchung der Beſtandtheile der Körper VIII. 380.

Brecquet's Inſtrument als eines der empfindlichſten Thermometer X. 542.

Breislack's Hypotheſe über die Entſtehung der Erde VIII. 606. Anführung mehrerer Gründe gegen die Entſtehung der Vulkane durch

Entzündung der Stein- und Braunkohlenſchichten X. 612. Aufſtellung mehrerer Gründe gegen Davy's Hypotheſe über die Entſtehung der Vulkane X. 614. Erklärung der vulkaniſchen Erſcheinungen X. 616.
Breithaupt's Repetitions-Goniometer IX. 330.
Brennluftlampe IX. 604.
Brennſpiegel, ob Archimedes davon ernſthaften Gebrauch gemacht hat VIII. 388.
Brewſter's Verſuche über das Brechungsvermögen der flüſſigen und feſten Körper VIII. 381. Wahrnehmung einer merkwürdigen Erſcheinung des polariſirten Lichtes VIII. 702. allgemeine Unterſuchung über die Farbenzerſtreuung IX. 17. Hydrauliſches Fernrohr IX. 42. Kaleudoſkop IX. 485. Einrichtung der Mikroſkope zu beſondern Arten von Präpariren X. 122. Wahrnehmung beym polariſirten Lichte X. 300. Wahrnehmung der Lichtpolariſation mit der Kryſtalliſation kryſtalliſirter Körper X. 316. Beobachtungen der Farbenerſcheinungen an mehreren Subſtanzen, welche mit doppelter Brechung begabt ſind X. 321. Sonnenmikroſkop X. 452. Beobachtung, daß der Turmalin auch im gepulverten Zuſtande ſeine Eigenſchaft behält X. 564.
Brodie's Meinung des beym Athmen ausgehauchten Waſſerdampfes VIII. 110. Meinung über die Erzeugung der thieriſchen Wärme X. 719.
Brogniart's neues Syſtem der Mineralogie X. 129. Pyrometer X. 344.
Brugnatelli's Bereitung des Knallſilbers IX. 512.
v. Buch's Beobachtung einer Nebenſonne X. 161. Zuſammenſtellung mehrerer Beobachtungen der Vulkane X. 626. Beobachtungen an den baſaltiſchen Inſeln X. 630.
Buchholz's Reductionsverſuch des Uranium X. 567.
Buchner's beobachtete Lichterſcheinung bey Kryſtalliſationen X. 255.
Bunzen's Bemerkung über die Leitungsart der Flamme IX. 658. Verfahren, reine Salzſäure zu gewinnen X. 371.
v. Buſſe's allgemeine Bemerkungen über die bekannten Reiſebarometer VIII. 192. Einwürfe gegen Kant's dynamiſches Syſtem IX. 343. Meinung über die Wirkung des Pulvers, das mit Sand vermengt iſt X. 416.

C.

Cadet's Unterſuchungen über das Verwittern und Zerfließen der Salze in der atmosphäriſchen Luft X. 369.
Calibririnſtrument zur ſchnellen und genauen Eintheilung des Raumes einer Röhre in gleiche Theile, von Parrot VIII. 389.
Campbell's Meinung, wie das deutliche Sehen der Gegenſtände bewirkt werde VIII. 133.
Carbonoxydgas IX. 286.
Carlisle's Wahrnehmung von Funken an der galvaniſchen Säule IX. 125.
Carradori's Adhäſionsverſuche VIII. 24. 158.
Caſtberg's wiederholte Verſuche zur Auffindung der Urſache der Luftelektricität IX. 781.
Cauchoix's Vorrichtung zur deutlichen Darſtellung der beyden Geſetze der Zurückwerfung des Lichtes X. 832.

Cererium, Cerium VIII. 393.
Ceres VIII. 393.
Cerin VIII. 395. Beſtandtheil des Wachſes. Chevreul bezeichnet damit einen andern Stoff VIII. 396.
Chaptal's Bemerkung über die Wirkung des farbigen Lichtes des Sonnenſpectrums auf Körper IX. 732.
Charles's Megeſkop X. 71.
Chevenix's chemiſche Analyſe über die Feuchtigkeit des Auges VIII. 136.
Chevremont's Verbeſſerung der Davy'ſchen Sicherheitslampe IX. 638.
Childer's Verſuche, welche mit ſeiner mächtigen galvaniſchen Säule ſind angeſtellt worden VIII. 244.
Chiminello's Bemerkung, daß die Queckſilberſäule im Barometer ſich verlängert, wenn es von einem Ort zum andern getragen, oder nur angeſtoßen wird VIII. 189. Hypotheſe zur Erklärung der Barometerveränderungen VIII. 201.
Chinaſäure VIII. 397.
Chladni's allgemeine Ueberſicht über die verſchiedenen Arten der klingenden Körper IX. 501. Idee über die Bewegung mancher Kometen IX. 519. Ideen über die Abnahme des Meeres X. 64. Meinung über die Entſtehung der Meteorſteine X. 84. ſinnreiche Idee zur Beſtimmung der Geſchwindigkeit des Schalles in den verſchiedenen Gasarten X. 403. Mittel, die Geſchwindigkeit des Schalles durch feſte Körper mittelſt Longitudinalſchwingungen zu beſtimmen X. 406. Meinung über die Natur der Sternſchnuppen X. 454. Verſuche über die transverſalen Schwingungsarten feſter Körper X. 546.
Chlor, Chlorine X. 377.
Chriſtie's Verſuche über die Einwirkung einer eiſernen Kugel auf die Magnetnadel X. 377.
Chromaſkop VIII. 397.
Chromium VIII. 403.
Chromſäure VIII. 404.
Chulant's Verfahren, eine reine Mekonſäure zu gewinnen X. 132. das Morphium zu gewinnen X. 142.
Chymie VIII. 405.
Citronenſäure VIII. 409.
Clarke's Bemerkung über die Blitzröhren VIII. 344. Vorrichtung einer Glühelampe mittelſt Platindrahtes IX. 635. Verſuche mit dem Knallluftgebläſe X. 421. Idee über die Natur der Vulkane X. 622.
Clement's Theorie über die Gewinnung der Schwefelſäure X. 429. Unterſuchung über die ſpecifiſche Wärme der Gasarten X. 536. Reſultate darüber X. 709.
Cohäſion VIII. 409.
Colin's Unterſuchung des Stickſtoffjodid X. 460.
Columbium VIII. 412. iſt nach Wollaſton mit dem Tantalum völlig einerley X. 495.
Compreſſionsmaſchine VIII. 413.
Condenſator der Elektricität VIII. 414.
Configliachi's Unterſuchung, ob violette Strahlen beſondere elektriſche Erſcheinungen geben VIII. 516. Verſuche zur Erregung künſtlicher Kälte IX. 476. Verſuche mit dem Zitterrochen X. 825.
Conté's Mittel, eiſerne oder ſtählerne Inſtrumente vor dem Roſten zu bewahren VIII. 476.

Cope's Unterſuchung über den Einfluß des Luftdrucks auf die Kryſtalliſation IX. 563.
Courtois's Entdeckung des Stickſtoffjodids X. 460. des Jods IX. 449.
Coxe's Vermuthung über die Zuſammenſetzung des Pyrophors X. 348.
Crichton's Vorrichtung eines ſelbſt aufzeichnenden Thermometers X. 541.
Croſſe's Beobachtungen über die atmosphäriſche Elektricität IX. 791.
Culloch's Entdeckung einen ſtarken Kältegrad durch ſtarken Spiritus hervorzubringen IX. 461.
Cumming's Verſuche über den Thermo-Magnetismus X. 21. galvaniſcher Multiplikator X. 145.
Curadeau's Meinung über die Eigenſchaften des römiſchen Alauns VIII. 95.
Cuthberthſon's Compreſſionsmaſchine VIII. 413. bemerkte Verſchiedenheit in den Wirkungen beyder Elektricitäten VIII. 486. Unterſuchung, ob man den Cylinder- oder Scheibenmaſchinen der Elektricität den Vorzug geben ſoll VIII. 564.

D.

Dämpfe VIII. 419.
Dalton's Hypotheſe über die Beſchaffenheit der Gasarten VIII. 141. Behauptung, daß das Salpetergas eins der vorzüglichſten eudiometriſchen Mittel ſey VIII. 619. Abſorptionsverſuche der Gasarten vom Waſſer IX. 253. Grundlegung einer Hygrologie IX. 403. Erfahrung über die Auflöſung des Kalkes im Waſſer IX. 492. Darſtellung einer reinen Kieſelerde IX. 495. Beobachtungen der Nordlichter und deren entwickelte geometriſche Theorie X. 191. Beſtimmung des Verhältniſſes der ſpecifiſchen Wärme X. 482. ſtöchiometriſche Anſichten X. 490. Verſuche über die Wärmeleitung der Flüſſigkeiten X. 681. Unterſuchung über das Geſetz der Ausdehnung der Luftarten X. 691.
Dammerde VIII. 436.
Dampfmaſchine VIII. 438.
Daniell's neues Hygrometer IX. 419. Bemerkung über Kryſtalliſation IX. 564.
Daubuiſſon's Vertheidigung des neptuniſchen Urſprungs des Baſalts X. 626.
Davy's, Hum., Verſuche über das Athmen VIII. 105. Verſuche über das Schmelzungsvermögen der Volta'ſchen Säule VIII. 231. Entdeckungen über die Zerſetzungen der Alkalien VIII. 239. 600. X. 77. Verſuche mit Diamanten und andern kohlenſtoffhaltigen Körpern VIII. 448. Erklärung einer merkwürdigen elektriſchen Erſcheinung VIII. 487. Verſuche über die Flamme IX. 87. Bemerkung der ſtillen Waſſerſyntheſis IX. 105. Verſuche mit mächtigen galvaniſchen Säulen, wobey er ein allgemeines Geſetz in Anſehung der Zerſetzung der Körper entdeckte IX. 135. Theorie des Galvanismus IX. 145. Beſtimmung der reſpirabeln und irreſpirabeln Gasarten IX. 248. Verſuche, daß ſich reines Waſſer nie in Stickgas verwandeln laſſe IX. 292. Entdeckung, daß ſich Wäſſerſtoff mit Phosphor in zwey verſchiedenen Verhältniſſen verbinde IX. 294. Anſicht über die Natur

der Salzſäure IX. 299. Beweis, worin die große Wirkſamkeit einer Lichtlampe beruhe IX. 632. Sicherheitslampe IX. 635. Verſuche mit dem Ammonium IX. 648. Verſuche über das Leitungsvermögen elektriſcher Körper für Kräfte und Temperatur IX. 677. Verſuche über elektriſche Erſcheinungen im luftleeren Raume IX. 689. Verſuche über das Lithion IX. 748. Wahrnehmung, daß der Magnetismus in ein und demſelben elektriſchen Leiter mit der Wärme zunimmt IX. 917. Beſtimmung, nach welcher die Leiter in der galvaniſchen Kette auf den Magnetismus wirken IX. 919. gelungener Verſuch, daß ein bloßer elektriſcher Strom einer mächtigen Säule auf die Magnetnadel eben ſo einwirkt, als wenn er längs eines Leiters hinfließt IX. 948. Verſuche, Drähten durch die Elektricität Magnetismus zu ertheilen IX. 955. Verſuche mit der Maſchinenelektricität auf Erregung des Magnetismus IX. 1005. 1009. Entdeckung des Magnium X. 50. des Natrium X. 152. Gewinnung der phosphorichten Säure X. 272. Entdeckung des Superoxyds der Salzſäure X. 372. Entdeckung des Chlors X. 376. Meinung über die Bildung der Schwefelſäure X. 430. Entdeckung des Barium X. 445. Meinung über die Natur des Stickſtoffs X. 456. Beſtimmung der Eigenſchaften des Stickſtoff-Chloryds X. 459. Entdeckung des Strontium X. 495. Beſtätigung einer Verbindung des Waſſerſtoffs mit Tellur X. 499. Bemerkung eines Erglühens bey Erhitzung des Zirkonerden-Hydrats X. 580. Beſtätigung von Berzelius Anſichten, daß Körper, die eine chemiſche Miſchung eingehen, in ihrer Berührung entgegengeſetzte elektriſche Zuſtände zeigen X. 583. Erklärung der vulkaniſchen Erſcheinungen X. 614. Verſuche über die ſtrahlende Wärme X. 660. merkwürdige Erſcheinungen durch Zerſetzungen im elektriſchen Strome X. 746.

Davy's, Edm., Bemerkung einer Verbrennung ohne Sauerſtoffluft X. 579. Entdeckung des Knallplatins X. 283.

Davy's, Joh., Entdeckung des Phosgengas IX. 286. Verſuche mit ſalzſaurem Zink X. 820.

Deflers's und Pouillet's Tafel über die verſchiedene Dichtigkeit des Waſſers bey verſchiedenen Wärmegraten X. 731.

Deiman's und Paets von Trooſtwyck's Entdeckung des ölerzeugenden Gaſes IX. 281.

Delarive's Vorrichtung, einen ſchraubenförmigen Leitungsdraht mittelſt eines durchgehenden elektriſchen Stromes magnetiſch zu machen IX. 972. Anführung einiger Erſcheinungen, welche mit Ampère's elektro-magnetiſchen Theorie im Widerſpruche zu ſtehen ſcheinen IX. 1043. Erklärung der chemiſchen Harmonik X. 760.

Delaroche's Meinung über das Weſen der Wärme und des Lichtes IX. 737. Unterſuchung über das Geſetz der Erwärmung X. 640. Verſuche über die ſtrahlende Wärme X. 646. Erforſchung der ſpecifiſchen Wärme der Gasarten X. 708.

Deluc's trockene galvaniſche Säule VIII. 250. geprüfte Theorie über die Entſtehung der Elektricität in den Gewitterwolken VIII. 322. Meinung von der Entſtehung des Donners VIII. 457. Theorie des Galvanismus IX. 178. neue barometriſche Höhenmeſſungen zur Ausmittelung des barometriſchen Coefficienten IX. 387. neue Unterſuchungen über die atmosphäriſche Elektricität IX. 790. Meinung, daß ſeine trockene Säule beſonders zum Luftelektrometer geeignet ſey

IX. 794. neuere Theorie des Regens X. 357. Angabe der größten Dichtigkeit des Waſſers X. 698.
Denize's Hauptmittel, die Gewitter zu zerſtreuen IX. 317.
Desauſſure's, Theod., Verſuche über die Aetherarten VIII. 93. Unterſuchung über die Alaunerde VIII. 96. Anzeige einiger Fehler des Volta'ſchen Eudiometers VIII. 630. Unterſuchung über die Zuſammenſetzung verſchiedener fetter Oele IX 58. Verſuche über die Abſorption der Gasarten mit poröſen feſten Körpern IX. 249. Unterſuchungen über die Verbeſſerung der atmosphäriſchen Luft durch das Wachsthum der Pflanzen IX. 268. Verſuche über die verbrennlichen Gasarten IX. 282. Ueber Abſorption der Gasarten durch Kohle IX. 513.
Deſpoez's Beſtimmung der ſpecifiſchen Wärme der verſchiedenen Metalle X. 700. Ausmittelung des Verdunſtungswärmeſtoffs aus verſchiedenen Flüſſigkeiten X. 716.
Deſſaignes's Unterſuchung der Frage, welchen Einfluß hat der verſchiedene Druck der Atmosphäre auf die Entſtehung der Elektricität? VIII. 494. Verſuche zur Ausmittelung, welche Wirkungen die Temperatur, der Druck und die Feuchtigkeit auf die Intenſität der elektriſchen Kraft, und auf die Veränderung der Natur der Elektricität äußern VIII. 506. Entſtehung des Lichtes durch Expanſion der Luft IX. 85. Verſuche über die Phosphorescenz der Körper X. 235. Entſtehung des Lichtes durch Compreſſion der Luft X. 741.
Deſtillation VIII. 445.
Diamant VIII. 446. ſoll nach Schlüſſen der Brechbarkeit kein reiner Kohlenſtoff, ſondern aus Kohlen- und Waſſerſtoff zuſammengeſetzt ſeyn VIII. 446. nach Allen und Pepy's Verſuchen iſt kein Waſſerſtoff im Diamant zu finden VIII. 447. auch nach Davy nicht VIII. 448. nach Pepy's und Clarke's Verſuchen beſteht der Diamant aus ganz reinem Kohlenſtoff VIII. 451.
Dianenbaum VIII. 453.
Dietrich's Erklärung der ſtarken Wirkung des Schießpulvers das mit Sand gemengt worden X. 416.
Digeſtor, Papins X. 205.
Doebereiner's Meinung, daß die atmosphäriſche Luft ein zur chemiſchen Verbindung ſtrebendes Gemenge aus Stickſtoff- und Sauerſtoffgas ſey IX. 263. Gazometer IX. 309. Vorrichtung, durch Verdünſtung des Schwefeläthers eine ſtarke Kälte zu erzeugen IX. 426. Verſuche zur Ausmittelung des Waſſerſtoffs in der Pflanzenkohle IX. 516. Meinung, daß die Kohle eine Subſtanz von metalliſcher Natur ſey IX. 517. Platinfeuerzeug IX. 604. beobachtete merkwürdige zufällige Erſcheinung an einem zerſprungenen Glaſe IX. 753. Meinung über die Phosphorescenz bey Kryſtalliſationen X. 257. Meinung über die Zuſammenſetzung des Phosphors X. 348. Bemerkung über den Stickſtoff X. 458. künſtliche Darſtellung des Ulmins aus Gallusſäure X. 567.
Doench's Meinung über die Entſtehung des Höhenrauchs IX. 397.
Donavan's Behauptung, daß die Aepfelſäure eine eigenthümliche Säure ſey VIII. 87.
Donner VIII. 454. Urſache deſſelben iſt noch unbekannt.
Raſchig's Vorſtellung darüber VIII. 454.
Hellwig's Erklärung deſſelben VIII. 455.
Delus's Erklärung VIII. 457.

Draparnaud's Adhäſionsverſuche VIII. 21.
Dulong's und Petit's Unterſuchung über die Ausdehnung des Queckſilbers VIII. 181. aufgefundene Verbindung der Jodſäure, Phosphor-Hydrogen-Kohlenſtofforyd IX. 295. Geſetz der Ausdehnung feſter Körper in Temperaturen über 100° X. 348. Entdeckung der unterphosphorigten Säure X. 273. Entdeckung des Stickſtoffchlorids X. 459. Auffindung des Geſetzes der ſpecifiſchen Wärmen in den einfachen feſten Körpern X. 482. Unterſuchungen über das Maas der Wärme X. 523. Verſuche zur Auffindung des Geſetzes der Erkältung bey höhern und niedern Temperaturen X. 640. Verſuche über die Ausdehnung mehrerer Körper durch Wärme X. 685. Verſuche über die Ausdehnungen der Gasarten durch Wärme X. 692. Verſuche über die Copacität der Körper für die Wärme X. 699. Verſuche über die thieriſche Wärme X. 722.
Dupuyrten's Verſuche über die Natur der Miasmen IX. 757.
Durchſichtigkeit VIII. 457.
Dynamiſches Syſtem, wird von den neuern Naturphiloſophen anders erklärt, als Kant, der Gründer deſſelben, gethan hat VIII. 458.

E.

Ebel's Zuſammenſtellung möglicher galvaniſcher Wirkungen in unſerer Erde zur Erklärung der Vulkane X. 619.
v. Edelkranz's neue Einrichtung einer Papiniſchen Maſchine X. 205.
Egen's Einwendungen gegen v. Jäger's Theorie des Galvanismus IX. 217. Meinung über das Entſtehen der Meteormaſſen X. 106.
Eis VIII. 462. zeiget oft Figuren von Gegenſtänden, welche auf dem Grunde des Waſſers liegen VIII. 463.
Eiſen VIII. 467. Anſichten über die verſchiedenen Eiſenarten von Karſten VIII. 467.
Ekmark's Verſuche, aus welchen hervorgehen ſoll, daß es wirklich zwey verſchiedene elektriſche Materien gebe VIII. 539.
Elaſticität VIII. 472. theoretiſche Unterſuchungen nach atomiſtiſcher Anſicht von Biot VIII. 472.
Elektricität, iſt ſchwerlich eine allgemeine Regel zu finden, um im voraus zu beſtimmen, was für eine Art von Elektricität durchs Reiben der Körper an einander entſtehen müſſe VIII. 480. was für eine Regel Coulomb aus ſeinen Verſuchen gefolgert hat VIII. 481. welche nach Wilſon und welche nach Ritter VIII. 481. die verſchiedenen Arten der Elektricität geben auffallende Merkmale nach Hauy zur Unterſcheidung der Merkmale der Mineralien VIII. 482. Verſuche mit Holzſpänen, durch Reiben oder Schneiden Elektricität zu erregen, von Wilſon VIII. 485. merkwürdige Erſcheinung, welche ± E auf eine zwiſchen ihnen gebrachte Flamme hervorbringt VIII. 487. Unterſuchung der Frage, welchen Einfluß hat der verſchiedene Druck der Atmosphäre auf die Entſtehung der Elektricität? VIII. 494. merkwürdige Erſcheinungen, wenn das elektriſche Licht auf ein dreyſeitiges Prisma fällt VIII. 505. Verſuche über die Wirkungen der Temperatur, des mechaniſchen Drucks und der Feuchtigkeit auf die Intenſität der elektriſchen Kraft VIII. 506. Unterſuchung, ob das violette Sonnenlicht beſondre elektriſche Erſcheinun-

gen darſtellt VIII. 516. Coulomb's Geſetz des elektriſchen Anziehens und Abſtoßens iſt noch ſchwankend VIII. 517. Ueber die Natur des Windbüchſenlichtes VIII. 534. nach Ekmark giebt es zwey verſchiedene elektriſche Materien VIII. 539. über die Natur und das Weſen der Elektricität VIII. 556.
Elektricität, mediciniſche VIII. 562.
Elektricität, thieriſche VIII. 564.
Elektriſirmaſchine, Unterſuchung, ob der Cylinder- oder der Scheibenmaſchine der Vorzug zu geben iſt? VIII. 564.
Elektrognomon VIII. 569.
Elektrometer VIII. 578.
Elektromotor VIII. 590.
Elektrophor VIII. 592.
Engelfield's neues Reiſebarometer VIII. 190.
Ennemoſer's Gedanken über den thieriſchen Magnetismus IX. 864.
Erdbeben VIII. 595. wahre Urſache derſelben VIII. 598.
Erden, wie viele deren bis jetzt bekannt ſind VIII. 600. ſind zuſammengeſetzt aus einer metalliſchen Baſis und Sauerſtoff VIII. 600.
Erdkugel, Dichtigkeit derſelben VIII. 603. Hypotheſe über die Entſtehung der Erde VIII. 606.
Ermann's Verſuche über das gleichzeitige Entſtehen der Adhäſion und chemiſcher Verwandtſchaft VIII. 66. Beſtätigung von Zamboni's zweyelementariger Säule VIII. 294. kritiſche Prüfung des von Marechaux angegebenen Elektro-Mikrometers VIII. 580. Verſuche über das pnevmatiſche Feuerzeug IX. 63. kritiſche Beurtheilung über Dalton's Lehren von den gemiſchten Gasarten IX. 263. Gegenbemerkungen über die Dalton'ſchen hygrometriſchen Gründe IX. 404. ſcharfſinnige Verſuche über das galvaniſche Leitungsvermögen der Körper IX. 658. merkwürdige Bemerkungen des elektriſchen Zuſtandes in der Atmosphäre IX. 768. Verſuche mit Neigungsnadeln in Beziehung auf einen elektromotoriſchen Apparat IX. 896. Meinung über die Condenſation der Elektricität IX. 939. Verſuche mit ſeinem Rotationsapparate mit ſehr feiner Eiſenfeile IX. 952. Meinung zu einer klaren Anſicht des elektro-chemiſchen Magnetismus zu gelangen IX. 975.
Eudiometer VIII. 619. nach Dalton's Verſuchen iſt das Salpetergas eines der vorzüglichſten eudiometriſchen Mittel VIII. 620. Einwendungen dagegen von Gay-Luſſac VIII. 623. Nach v. Humboldt und Gay-Luſſac iſt das Waſſerſtoffgas-Eudiometer von Volta eines der nützlichſten und vortheilhafteſten Inſtrumente VIII. 625. Berthollet's Vorſichtsmaßregel dabey VIII. 628. Gay-Luſſac's darauf gegründetes neues Volta'ſches Eudiometer VIII. 629. de Sauſſure's Bemerkungen in Hinſicht dieſes Eudiometers VIII. 630. de Marti's Schwefelwaſſerſtoffkalk-Eudiometer VIII. 631. zweckmäßigere Einrichtung dieſes Eudiometers von Hope VIII. 634. das Eudiometer iſt überhaupt kein Werkzeug zur Prüfung der Heilſamkeit der Luft, wie man vormals der Meinung war VIII. 639.

F.

Fäulniß kann beym Ausſchluß des Sauerſtoffgas nicht eintreten VIII. 640.

Fallmaſchine, von Atwood unter einer zweckmäßigern Form eingerichtet von Gott. Fiſcher VIII. 642.
Fantasmagorie VIII. 647.
Faraday's Verſuche über die Wirkung eines vertikalen Leitungsdrahtes beym Elektro-Magnetismus IX. 907. Verſuche über die Vertheilung des Magnetismus in den Leitungsdrähten von verſchiedenen Formen durch ihre Wirkung auf Eiſenfeile IX. 954. Entdeckung, daß eine kreisförmige Bewegung eines Leitungsdrahtes um den Pol eines Magnets, und des Pols eines Magnets um einen feſten Leitungsdraht unter gewiſſen Umſtänden Statt findet IX. 986. 998. Erklärung der elektro-magnetiſchen Erſcheinungen IX. 1074. Verſuche mit der chemiſchen Harmonika X. 760.
Farben, Erweiterung und größere Vervollkommnung der Farbentheorie von Lüdicke VIII. 647. neue merkwürdige Entdeckungen von Farbenſtreifen im Sonnenlichte von Fraunhofer VIII. 665. über Farben dünner Flächen VIII. 671. Verſuche über die Entſtehung farbiger Ringe von Herſchel VIII. 675. von Parrot VIII. 683. Brandes's Erinnerung gegen Parrot VIII. 689. merkwürdige Erſcheinung farbiger Bilder durch Brechung und Spiegelung entdeckt von Seebeck VIII. 702. andere merkwürdige Verſuche über farbige Erſcheinungen von Muncke VIII. 709. Auch das Eis erzeuget Farbenbilder VIII. 715. Merkwürdige Verſuche der Farbenbilder, die ſich an Seifenblaſen zeigen, von J. W. Pfaff VIII. 716. Hypotheſe über die Entſtehung des prismatiſchen Farbenbildes von Prechtl VIII. 728.
Farben, zufällige, ſchicklicher nach v. Göthe phyſiologiſche IX. 1.
Farbenbild IX. 3. in welchen Verhältniſſen die eine Farbe deſſelben einen ſtärkern oder ſchwächern Eindruck als eine andere auf das Auge macht IX. 4.
Farbenmeſſer IX. 10.
Farbenzerſtreuung IX. 11. allgemeine Unterſuchungen darüber von Wollaſton IX. 11. weitere Beſtimmungen von Brewſter IX. 17. Unterſuchungen darüber von Fraunhofer IX. 28.
Faſey's Beobachtungen über Sternſchnuppen X. 453.
Fernrohr, hydrauliſches von Brewſter IX. 42.
Fernröhre, achromatiſche; aplanatiſche ſind nicht zu empfehlen IX. 45. durch Fraunhofer's Aufopferung wurde das beſte und vollkommenſte Flintglas zu den ſchönſten Objektiven entdeckt IX. 47. allgemeine Unterſuchungen über die vortheilhafteſte Einrichtung achromatiſcher Fernröhre von Klügel IX. 48. von v. Bohnenberger IX. 51. von Gauß IX. 52. von Fraunhofer IX. 56.
Fett, neuere Unterſuchungen IX. 58.
Feuerkugeln IX. 60.
Feuerzeug, galvaniſches IX. 61.
Feuerzeug, pnevmatiſches IX. 62. Entdeckung, daß durch eine ſchnelle und kräftige Comprimirung der Luft feuerfangende Körper entzündet werden können IX. 62.
Verſuche darüber von Ermann IX. 63.
von Gilbert IX. 68.
von Biot IX. 70.
von Bouvier Deſmortiers IX. 72.
von Kretſchmar IX. 82.
wahrſcheinliche Urſache dieſer Erſcheinung von v. Grotthuß IX. 84.

Fiedler's Bemühungen zur Findung der Blitzröhren VIII. 341.

Filtriren IX. 86.

Fiſcher's, G., verbeſſerte Atwood'ſche Fallmaſchine VIII. 642. Meinung, daß alle bisher bekannte Hygrometer einen Fehler haben IX. 415. Anſichten über die phyſiſche Beſchaffenheit der Kometen IX. 528. Gedanken über den Urſprung der Meteormaſſen X. 109.

Fiſcher's Anſichten über die Natur der gemeinen und dephlogiſtiſirten Salzſäure X. 382.

Firſterne IX. 87.

Flamme, neuere Entdeckung von H. Davy IX. 87. von Th. v. Grotthuß und die daraus entſtandenen Streitigkeiten mit Davy IX. 92. Davy's Erklärung der verſchiedenen Farben derſelben IX. 121.

Flaugergues's Erklärung über die Veränderlichkeit des Nullpunktes am Queckſilberthermometer X. 529.

Fluor, Fluorin, hypothetiſch angenommene Grundlage der Flußſäure IX. 121.

Flußſpathſäure, Flußſäure, iſt erſt in den neuern Zeiten in Anſehung ihrer Eigenſchaften in ganz reinem Zuſtande vollkommener unterſucht worden IX. 122.

Forſter's Meinung in der Wolkengattung Cirro auf Hindeutung der Witterung X. 793.

Fougerais's Erfindung eines Kryſtallglaſes zu achromatiſchen Objektiven IX. 40.

Fourcroy's Gewinnung der Milchzuckerſäure X. 124. Entdeckung des Osmium X. 799.

Fourier's Verſuche über den Thermo-Magnetismus X. 3. mit Hülfe des galvaniſchen Multiplikators X. 29.

Fraunhofer's Beweis, daß unſer Auge nicht achromatiſch iſt VIII. 136. Verſuche mit dem elektriſchen Lichte, das auf ein dreyſeitiges Prisma fällt VIII. 505. merkwürdige Entdeckungen im Sonnenfarbenbilde VIII. 665. Verſuche zur Beſtimmung der verſchiedenen Eindrücke der Farben im Farbenbilde auf das Auge IX. 4. allgemeine Unterſuchungen über die Farbenzerſtreuung im Flint- und Crownglaſe IX. 28. Beobachtungen an achromatiſchen Objektiven IX. 54. merkwürdige Erſcheinungen über die Beugung des Lichtes IX. 429. Erklärung der Höfe, Nebenmonde und Nebenſonnen X. 164.

Fresnel's Beobachtungen über die Beugung des Lichtes VIII. 313.

Freyſined's Unterſuchung über das Geſetz des Erdmagnetismus X. 180.

Fries's Anſichten von den Grundkräften der Materie IX. 349. Ideen über die metaphyſiſchen Grundbegriffe einer reinen Naturlehre X. 156.

Funke, galvaniſcher IX. 124. zuerſt bemerkt von Carlisle und Nicholſon IX. 125. Erhöhung des Funkenſpiels von Gilbert bemerkt IX. 126. Mittel, ſehr lebhafte Funken zu erhalten IX. 127. Verbrennungsverſuche durch galvaniſche Funken IX. 128. nach welchem Verhältniſſe die Größe des Funkenlichtes und die Intenſität ſeiner Kraft zu- und abnimmt IX. 129. Leitung deſſelben durch weite Entfernungen IX. 129.

G.

Gährung IX. 130. richtiger Vorgang der Weingährung IX. 130. der Sauerſtoff iſt zum Beginnen der Gährung nothwendig, zur Fortſetzung aber nicht IX. 131.

Galläpfelſäure IX. 132.

Galvanismus IX. 132. man war eine Zeitlang der Meinung, daß der ✠ Pol bey ſeiner Entladung durch Flüſſigkeiten Säuren, der — Pol aber Alkalien erzeuge IX. 133. dagegen entdeckten Berzelius und Hiſinger ganz eigene Eigenſchaften an beyden Polen der Säule IX. 133. ſie wurden beſtätiget durch H. Davy IX. 135. weitere Entdeckungen von Davy IX. 136. merkwürdiger Zuſammenhang zwiſchen den elektriſchen Kräften der Körper und ihren chemiſchen Verwandtſchaften IX. 139. die galvaniſche Säule wird ein vorzüglicher Gegenſtand der Chemie IX. 139. erſte Theorie des Galvanismus von Berzelius IX. 140. Theorie von H. Davy IX. 145. Widerlegung der Theorie des Berzelius von Pfaff IX. 150. Berzelius verließ ſeine Theorie IX. 157. Theorie von v. Jäger IX. 159. Theorie von Deluc IX. 178. Jäger's fernere Berichtigung ſeiner aufgeſtellten Theorie, und Behauptung, daß Volta's Theorie nicht mehr beſtehen könne IX. 183. Pfaff's ſcharfſinnige Gegenbemerkungen dieſer Theorie und Vertheidigung der Volta'ſchen IX. 197. Parrot's Theorie durch beſtimmtere und genauere Verſuche dargeſtellt IX. 202. Pfaff's Beweis, daß die Volta'ſche die wahrſcheinlichſte ſey IX. 204. Auch Egen pflichtet dieſer Theorie bey IX. 217. Volta's Fundamentalverſuche erhielten auch durch Schmidt eine Beſtätigung IX. 225. Meinung der meiſten Phyſiker, daß die Flüſſigkeit in der Volta'ſchen Säule zur Hervorbringung der Wirkungen nothwendig ſey IX. 227. Unterſuchung darüber von v. Jäger IX. 227. Zamboni's Gedanken über die Erſcheinungen ſeiner trockenen Säule IX. 239. Weber's Theorie des Galvanismus nach dynamiſchen Principien IX. 244.

Galvanoſkop IX. 246.

Gas IX. 248. reſpirables, was H. Davy darunter verſteht IX. 248. die einzige reſpirable Gasart iſt die atmosphäriſche Luft unſrer Erde IX. 248. Verſuche über die Abſorption der Gasarten durch mehrere Körper von The. Desauſſure angeſtellt IX. 249. durch Waſſer von Henry IX. 253. von Dalton IX. 253. von Berger IX. 255. von Gay-Luſſac und von v. Humboldt IX. 255. von Marty IX. 258. von Ruhland IX. 260.

Gas, atmosphäriſches IX. 261. die Verbindung der Gasarten geht nach den einfachſten Verhältniſſen vor ſich IX. 262. nach Döbereiner ſind die beyden Gasarten, das Stickſtoffgas und Sauerſtoffgas in der atmosphäriſchen Luft nicht chemiſch, ſondern blos ein zur chemiſchen Verbindung ſtrebendes Gemenge IX. 263. genaue Unterſuchung über das Verhältniß des Sauerſtoffgas zu den andern Gasarten in der atmosphäriſchen Luft IX. 267. Unterſuchungen über die Mittel, welche die Natur gebraucht, die Sauerſtoffmenge der Atmosphäre wieder zu erſetzen, welche ihr durch andere Prozeſſe entzogen worden IX. 268.

Gas, leichtes brennbares IX. 279.

Gas, ſchweres brennbares; durch neuere Verſuche ſind die brennbaren Gasarten in ihren Eigenſchaften näher beſtimmt worden IX. 279. nach Henry giebt es folgende vier einfache verbrennliche

Gasarten; reines Waſſerſtoffgas, Kohlenwaſſerſtoffgas, gasförmiges Kohlenſtoffoxyd und ölerzeugendes Gas IX. 281.

Gas, Kohlenſtoffoxydgas IX. 285. Phosgengas, erzeuget ſich aus Chlor und Kohlenſtoffoxydgas durch Einwirkung des Lichtes IX. 287.

Gas, kohlenſaures IX. 288. verbindet ſich mit allen Alkalien und mit vielen Oxyden zu Salzen IX. 290.

Gas, phosphoriſches, nach neuern Verſuchen verbindet ſich der Phosphor mit dem Waſſerſtoffe in zwey bekannten Verhältniſſen, woraus der Phosphorwaſſerſtoff im Maximum, und der Phosphorwaſſerſtoff im Minimum entſteht IX. 293.

Gas, ſalpeterartiges IX. 296.

Gas, ſalpeterſaures IX. 298.

Gas, ſalzſaures IX. 299. nach neuern Unterſuchungen beſonders von H. Davy beſteht es aus Chlor und Waſſerſtoff, nach andern Chemikern iſt es eine waſſerhaltige Säure IX. 300.

Gasbeleuchtung IX. 301. erſte Anwendung des Kohlengaſes zur Beleuchtung von Murdoch IX. 302. auf welche Art ſie geſchieht IX. 304.

Gasförmiges Kohlenoxyd IX. 286.

Gasförmiges Kohlenſtoffoxyd IX. 281.

Gasförmiges Stickſtoffoxyd IX. 297.

Gauß's Unterſuchung zur Zuſammenſetzung eines vollkommenen achromatiſchen Doppel=Objektives IX. 52. berechnete Laufbahn des Planeten Juno IX. 455.

Gautheroth's Vorſchlag der Zunge zu einer Art von Galvanoſkop IX. 246.

Gay=Luſſac's Luftreiſe VIII. 92. erſte Darſtellung einer ganz reinen Blauſäure VIII. 303. entdeckte Gasart, der Blauſtoff VIII. 319. Entdeckung der Beſtandtheile der Boraxſäure VIII. 358. Beſtimmung des Verhältniſſes der Beſtandtheile in der Citronenſäure VIII. 409. Unterſuchung über die Dichtigkeit der Dämpfe, des Waſſers, des Alkohols, des Schwefeläthers und des tropfbarflüſſigen Schwefelalkohols VIII. 426. Bemerkungen bey der Verdampfung der Körper VIII. 433. Verſuche über die Natur der Luft, welche aus dem gewöhnlichen und dem gefrornen Waſſer erhalten wird VIII. 465. eudiometriſche Verſuche VIII. 623. Verſuche mit dem Waſſerſtoffgas=Eudiometer Volta's VIII. 625. Beſtimmung, in wie fern die Schwefelalkalien eine verſchiedene Wirkung ausüben VIII. 633. Beweis, daß beym Ausſchluß des Sauerſtoffgas keine Fäulniß eintreten kann VIII. 640. Beweis, daß der Alkohol in gegohrnen geiſtigen Flüſſigkeiten zugegen geweſen iſt, und nicht erzeuget wird IX. 130. Vorrichtungen zur Ausmeſſung und Vergleichung der Wirkungen verſchiedener galvaniſcher Säulen IX. 247. Abſorptionsverſuche verſchiedener Gasarten mit Waſſer IX. 255. Behauptung der chemiſchen Verbindung des Stickſtoffgaſes mit dem Sauerſtoffgaſe in der atmosphäriſchen Luft IX. 261. Unterſuchung, ob die Meinung über die Entzündung mancher meteoriſcher Erſcheinungen von dem in der Atmosphäre befindlichen Waſſerſtoffgaſe gegründet ſey IX. 267. Beweis, daß der gasförmige Kohlenſtoffoxyd durchaus keinen Waſſerſtoff enthalten könne IX. 285. Auffindung der Geſetze über die Beſtimmung der Menge des Waſſerdampfes in der Atmosphäre auf die Zerfließbarkeit mehrerer Körper IX. 407. Verſuche über das Jod

IX. 450. Gewinnung des Kaliums durch chemiſche Mittel IX. 488. Verſuche über den Einfluß des Luftdruckes auf die Kryſtalliſation der Salze IX. 558. Verſuche mit dem Ammoniak IX. 652. Verſuche über die Einwirkung des Lichtes auf chemiſche Prozeſſe IX. 717. Wahrnehmung, daß das Licht bald wie Wärme, ja bald bisweilen wie Rothglühehitze wirke IX. 729. Beſtimmung, daß vom Nullpunkte bis zum Siedpunkte des Waſſers der Gang des Luftthermometers und der des Queckſilberthermometers ſehr nahe derſelbe iſt IX. 749. genaue Verſuche über den Salzgehalt des Meerwaſſers X. 54. Anführung der Beſtandtheile der Milchzuckerſäure X. 124. Beſtimmung der Oxydationsſtufen des Natrium X. 153. Anführung eines Apparats für die Analyſe vegetabiliſcher und animaliſcher Subſtanzen X. 212. nähere Beſtimmungen über die Auflösbarkeit der Salze im Waſſer X. 364. Entdeckung, wie die oxydirte Salzſäure unzerlegt erhalten werden kann X. 374. Meinung über das ſalzſaure Superoxydul X. 377. Schallverſuche X. 400. Vermuthung, daß die Säure in den geſchwefelten ſchwefeligt-ſauren Salzen eine eigenthümliche Säure ſey X. 435. Entdeckung des Schwefeloxyduls X. 436. Entdeckung einer andern Oxydationsſtufe der Baryderde, als der bereits bekannten X. 456. vermuthete Beobachtung, daß einiger Unterſchied in dem Thermometergrade Statt findet, wenn das Waſſer in metallenen oder gläſernen Gefäßen gekocht wird X. 448. Behauptung von der Einfachheit des Stickſtoffs X. 457. Meinung über die ſpecifiſche Wärme des luftleeren Raums X. 537. Schluß, daß einem luftleeren Raume kein Wärmegehalt zukomme X. 645. Geſetze über die Ausdehnung des Queckſilbers und der Gasarten durch Wärme X. 688. Ausdehnung der dunſtförmigen Flüſſigkeiten durch Wärme X. 692. Verſuche über die ſpecifiſche Wärme der Gasarten X. 703. Apparat zur Beſtimmung der Wahrheit, ob beyde Gasarten, welche ſich durch die galvaniſche Elektricität aus dem Waſſer entbinden, in dem nämlichen Verhältniſſe zum Vorſchein kommen, worin ſie Waſſer bilden X. 744. Eintheilung der Säuren in Sauerſtoff- und Waſſerſtoffſäuren X. 763. Verſuche über die Wirkung des Zitterrochen X. 827.

Gazometer, neuer von Döbereiner IX. 309.

Gefäßbarometer, ſind nach neuern Beobachtungen zu Reiſebarometern die beſten VIII. 193.

Gehlen's Wahrnehmung der Bernſteinſäure in einer Abkochung des Bernſteins mit Waſſer VIII. 305.

Gelpke's Meinung über die Entſtehung der Kometen IX. 521.

Geſichtsbetrüge, Verſuche von Wollaſton, die Luftſpiegelung anſchaulich zu machen IX. 311. Brandes's und Kries's Bemerkungen und Verſuche darüber IX. 312.

Gewitter, verſchiedene Mittel, daſſelbe unſchädlich zu machen IX. 316. wie daſſelbe entſteht IX. 316. über die Urſache der Entſtehung der Gewitter im Winter IX. 318. Bemerkung einer gewiſſen täglichen und örtlichen Periode in der Wiederkehr gleicher Gewitter von Volta IX. 319. Urſache derſelben IX. 320. Urſache über die Kälte, die gewöhnlich nach ſtarken Gewittern erfolgt IX. 321. Volta's Gründe über die periodiſche Wiederkehr der Gewitter bezweifelt Günther IX. 322.

Gilbert's Verſuche über das pnevmatiſche Feuerzeug IX. 68. Beobachtung galvaniſcher Funken IX. 126. Zweifel gegen Kant's

metaphyſiſche Naturlehre IX. 336. einfacher Apparat zur Anſtellung elektro = magnetiſcher Verſuche nebſt ſeinen lehrreichen Verſuchen IX. 875. Erklärung, was man unter Links und Rechts Gewunden zu verſtehen habe IX. 959. Gegenbemerkungen gegen die Theorie der Blitzableiter Bodde's VIII. 335. mechaniſche Erklärung des Umlaufs des Blutes VIII. 346. Erklärung der Wirkung des Schießpulvers, das mit Sand vermengt iſt X. 415. Erinnerung gegen Pfaff's Apparat zum Beweiſe des Zuſammendrückens des Waſſers X. 737.

Gilpin's beobachtete Reſultate über die Abweichung der Magnetnadel zu London VIII. 6.

Giovene's Gedanken über die Urſache der Barometerveränderungen VIII. 200.

Goebel's beobachtete Lichterſcheinung bey Gährung eines Fruchtweines X. 257. Erklärung derſelben X. 263.

v. Goethe's Verſuche über die zufälligen oder nach ihm ſchicklicher benannten phyſiologiſchen Farben IX. 1. Beſtimmung einer neuen Wolkenform X. 812.

Goettling's Reinigungsmethode des Holzeſſigs IX. 395.

Goldingham's Verſuche über die Geſchwindigkeit des Schalles X. 401.

Goniometer, Erfinder deſſelben Carangeau von Hauy beſchrieben IX. 323. Wollaſton's Reflexionsgoniometer IX. 326. Verbeſſerung deſſelben von Gott. Studer IX. 329. Breithaupt's Reflexions = Goniometer IX. 330. Piſtor's Einwendungen gegen Studer's Bemerkungen über das Wollaſton'ſche Goniometer IX. 330. Baumgärtner's Reflexions = Goniometer IX. 331.

Gourdon's Bemerkung des veränderten Nullpunktes an Queckſilberthermometern X. 528.

Grenſtedt's Bathometer VIII. 213.

Griswoldt's Meinung über die Urſache der Erdbeben VIII. 596.

v. Grotthuß Erklärung über das durch ſtarke Compreſſion und plötzliche Expanſion der atmoſphäriſchen Luft entſtandene Licht IX. 83. Verſuche über die Flamme nebſt den Urſachen der davon abhangenden Erſcheinungen IX. 91. Verſuche, aus welchen zu folgen ſchien, daß die durch Hitze ausgedehnten Gasarten die Fähigkeit verliehren, zu explodiren, nebſt Beantwortung auf einige von H. Davy dagegen gemachte Einwendungen IX. 99. Bemerkungen über die abkühlende Eigenſchaft des Drahtes, durch deſſen feinen Gewebe die Flamme nicht hindurch geht IX. 118. Entdeckung des gekohlten Phosphorwaſſerſtoffgaſes IX. 295. Bemerkung über die Leitungsfähigkeit der Electricität im luftleeren Raume IX. 688. Verſuche mit der lampyris italica IX. 703. Verſuche über die chemiſchen Einwirkungen des Lichtes auf mehrere Körper IX. 721. Anſichten über die Natur des Lichtes IX. 727. Verſuche über den Einfluß der dunkeln Wärme, beſonders auf die rothe anthrozothionſaure Eiſentinktur IX. 729. Vermuthung, daß bey der chemiſchen Einwirkung des Lichtes auf verſchiedene Körper andere noch unbekannte Umſtände mitwirken IX. 731. Einwendungen gegen die Erklärungen über die Urſachen der Phosphorescenz durch Beſtrahlung und Temperaturerhöhung von Heinrich und Deſſaignes X. 236. Beobachtung, daß das Waſſer im ſtark zuſammengedrückten Zuſtande als metalliſcher Leiter in der galvaniſchen Kette wirken kann X. 748.

Gruithuiſen's merkwürdige Mondsbeobachtungen X. 134. Bemerkung, daß bey den vulkaniſchen Erſcheinungen ein unaufhörlicher galvaniſcher Prozeß vorgehen könne X. 619.

Grundkräfte IX. 334. Kant's Entwickelungen derſelben in ſeiner metaphyſiſchen Naturlehre ſtehen immer noch feſt IX. 336. Gilbert's Scheingründe, durch welche er Kant's Anſichten widerlegt zu haben glaubte IX. 336. Widerlegung derſelben IX. 339. Einwürfe gegen Kant's Erörterungen aus der Theorie des Unendlichen genommen IX. 340. Widerlegung derſelben IX. 340. Widerlegung der von Munke angeführten Einwürfe gegen Kant's metaphyſiſche Entwickelungen IX. 342. Widerlegung der von v. Buſſe angeführten Einwürfe IX. 343. die dynamiſche Lehre iſt der Erfahrung durchaus nicht entgegen IX. 345. die Atomiſtik gründet ſich eben ſo gut, wie die Dynamik, auf Metaphyſik IX. 346. Fries tritt als Vertheidiger von Kant's Syſtem auf IX. 349. geht aber von Kant's Grundſätzen ohne gerechte Folge in etwas ab IX. 349. 351. X. 156.

Grundſtoffe, Unterſuchungen über die Grundformen derſelben von Bernhardi IX. 355.

Guenther's Beobachtungen über die periodiſche Wiederkehr der Gewitter IX. 321. Zweifel gegen Volta's Meinung dieſer merkwürdigen Erſcheinung IX. 322. wahrſcheinliche Urſache derſelben IX. 322.

Guilielmini's Meinung über die Grundgeſtalten der Kryſtalle IX. 553.

Guyton de Morveau's Entdeckung durch Räuchern mit Säure die Miasmen zu vernichten X. 113.

H.

Haarröhrchen IX. 358. neue in ihren Folgen ſehr fruchtbare Theorie der Haarröhrchen-Kraft von Laplace VIII. 40.

Hällſtröm's Verſuche über die tägliche Veränderung der Abweichung der Magnetnadel VIII. 12. Prüfung der bisherigen Theorien VIII. 14. Verſuche über den Einfluß der Elektricität des die Magnetnadel umgebenden Mittels auf die Abweichung derſelben VIII. 17. die Urſache dieſer Erſcheinung ſcheint noch gänzlich unbekannt zu ſeyn VIII. 18. Erklärung einer von Vieth wahrgenommenen akuſtiſchen Erſcheinung IX. 502. Unterſuchung über die größte Dichtigkeit des Waſſers X. 731.

Hänel's Meinung über die Natur der Pyrophore X. 349.

Hagel, Entſtehung deſſelben nach Volta IX. 358. dieſe Anſichten Volta's ſucht Prechtl zu widerlegen IX. 362.

Haldot's Verſuche, durch Reiben zweyer Körper an einander Wärme zu entwickeln X. 634.

Halogen ſ. Salzſäure, dephlogiſtiſirte.

Hallonen IX. 379.

Hanſteen's Entwickelung der mathematiſchen Theorie des Magnetismus IX. 875. Entdeckung, daß ein jeder vertikal ſtehender Körper oben einen Nord- und unten einen Südpol habe IX. 832. vollſtändige Neigungstafel der Magnetnadel für die verſchiedenen Orte der Erde X. 173. Unterſuchung über den Erdmagnetismus X. 178.

Harding's Entdeckung des neuen Planeten Juno IX. 455.
Hare's pnevmatiſcher Apparat X. 288. Calorimotor X. 723.
Harmonika, chemiſche X. 760.
Harnſtoff IX. 369.
Haſſenfratz's Schallverſuche mit feſten Körpern X. 405.
Hatchette's Verfahren, reine Benzoeſäure zu erhalten VIII. 303.
v. Hauch's Bemerkung, daß im Winter die Gewitter eben ſo häufig, wie im Sommer, entſtehen können IX. 318.
Hausmann's Unterſuchungen über die Kryſtallformen IX. 555. Methode die allgemeinen Geſetze in den mathematiſchen Verhältniſſen der Kryſtalle auf die möglichſt einfachſte Art darzuſtellen IX. 568.
Hauy's Bemerkung, daß die verſchiedenen Arten, nach welchen ſich in Körpern Elektricität erregen läßt, auffallende Merkmale zur Unterſcheidung der Mineralien darbieten VIII. 482. Beſchreibung Carangeau's Goniometer IX. 323. Ideen über die Kryſtallformen der ſtarren lebloſen Naturkörper IX. 552. Einwürfe gegen Mitſcherlich's Beobachtungen über die Kryſtalliſation der Körper IX. 578. Beobachtung, daß der Turmalin bey einem gewiſſen Hitzgrade kein Zeichen der Elektricität mehr giebt X. 564.
Heber, Stoßheber, hydrauliſcher Widder IX. 370. Beſchreibung deſſelben von Wrede IX. 371. andere Bemerkungen und Verſuche deſſelben von Eytelwein IX. 379.
Heinrich's, Plac., Verſuche über die Ausdehnung des Eiſes VIII. 462. Verſuche mit Leuchtkäfern IX. 703. Verſuche über das Leuchten verſchiedener Holzarten IX. 707. wahrſcheinliche Urſache deſſelben IX. 709. Verſuche über das Leuchten thieriſcher Subſtanzen X. 710. Zuſammenſtellung der Gründe für und wider die Identität des Lichtes und der Wärme IX. 740. Urſache des Leuchtens der Katzenaugen im Dunkeln IX. 745. Meinung über die Urſache des Leuchtens des Meeres X. 52. Unterſuchungen über die Erſcheinungen der fetten Oele X. 198. wichtige und weitläuftige Unterſuchungen über die Phosphorescenz der Körper X. 214. Vorſchrift zur Verfertigung eines guten Leuchtſteines aus Schwerſpath X. 224. Verſuche über die Phosphorescenz ſolcher Körper, welche von der äußern Temperaturerhöhung bewirkt wird X. 225. über die Phosphorescenz der Metalle, Metalloide und metalliſchen Salze X. 229. vermeintliche Urſache der Phosphorescenz X. 233. Verſuche über die Phosphorescenz, welche durch Druck und Bruch der Körper zugleich bewirkt wird X. 251. Verſuche mit feſten Körpern durch Druck ohne Reibung X. 253. Verſuche über das Leuchten der Kryſtalle beym Anſchießen derſelben X. 257. wahrſcheinliche Urſache des Frictionslichtes X. 260. Verſuche über die Lichterſcheinungen bey chemiſchen Vermiſchungen und Zerſetzungen X. 264. Verſuche über die Lichtentwickelung der Flüſſigkeiten bey einer ſchnellen und ſtarken Compreſſion derſelben X. 741.
Hellwig's Erklärung über das Rollen des Donners VIII. 455. Meinung über das Leuchten des Meeres X. 61.
Henry's Anführung, wie man das Salpetergas in der Eudiometrie anzuwenden hat, um genaue Reſultate zu erhalten VIII. 622. Abſorptionsverſuche mit verſchiedenen Gasarten IX. 253. Meinung über die verſchiedenen Arten von Kohlenwaſſerſtoffgas IX. 281.
Henzen's Entdeckung der Blitzröhren VIII. 340.
Hermann's Entdeckung des Kadmiums IX. 456.
Hermbſtädt's Meinung über das Weſen des Lichtes IX. 740.

Higgins's Bemerkung, daß irgend ein Druck auf die Erzeugung der Kryſtalle Einfluß habe IX. 556.
Hildebrandt's Verſuch über die Verſchiedenheiten der Miſchungen VIII. 126. elektriſche Säule von drey verſchiedenen Metallen VIII. 234. elektriſche Verſuche in verdünnter Luft VIII. 505. Vermuthung einen noch höhern Grad der Verbindung des Kupfers mit Sauerſtoff gefunden zu haben, als bisher bekannt geweſen iſt IX. 591.
Hinderſen's Bemerkungen gegen Bodde's Theorie der Blitzableiter VIII. 334.
Hiſinger's elektriſche Verſuche über die Wirkung der galvaniſchen Säule auf Salze und einige von ihren Baſen IX. 133. X. 583.
Höfe um die Sonne und den Mond, angeſtellte Beobachtungen von Jordan IX. 379. Erklärung derſelben IX. 380. Beobachtungen der farbigen Ringe um die Sonne und den Mond IX. 384. werden nach Brandes gegen Jordan's Meinung auf eine noch unbekannte Art erzeuget IX. 384.
Höhenmeſſung, barometriſche IX. 385.
Höhenrauch IX. 390. Meinung über die Entſtehung deſſelben
von Feldmann IX. 391.
von Finke IX. 393.
von Mallinkrodt IX. 396.
von Doench IX. 397.
Hoffmann's Verſuche, wodurch Lapoſtoll's Meinung von der beſſeren Elektricitätsleitung eines Strohſeiles, als eines Metalls widerleget wird VIII. 339.
Holzeſſig IX. 398.
Home's Ideen über die Bildung des Fettes im Unterleibe IX. 59.
Hood's Gedanken über die Entſtehung des Nordlichtes X. 186. Bemerkung des Nordlichtes mit dem Elektricismus und Magnetismus X. 192. 197.
Hooke's Bathometer VIII. 213.
Hope's einfachere und zweckmäßigere Einrichtung des de Marti'ſchen Eudiometers VIII. 634.
Hopkinſon's Beobachtung von Streifen, welche er wahrnahm, als er durch ein ſeidenes Tuch nach einer entfernten Flamme ſah VIII. 311.
Horner's Wahrnehmung des Zodiakallichtes in der heißen Zone VIII. 113. Barometerbeobachtungen auf dem hohen ſtillen Meere VIII. 197. Meinung über das Leuchten des Meeres X. 60. Beſtimmung der Temperatur des Meerwaſſers in der Tiefe, und Meinung, daß auf dem Meeresgrunde kein Eis ſich befinden könne X. 71. allgemeine Geſetze über die Entſtehung der Waſſerhoſen X. 749.
Howard's Verſuche über die Verdunſtung des Waſſers unter 212° Fahr. VIII. 149. entdecktes Knallqueckſilber IX. 509. allgemeine Caſſification der Wolken X. 789. Gedanken über die Entſtehung des Nebels X. 158. Beobachtung über die Menge des herabgefallenen Regens X. 354.
Houton-Labillardiere Entdeckung der brenzlichen Schleimſäure X. 124.
v. Humboldt's Abſorptionsverſuche mit verſchiedenen Gasarten vom Seinewaſſer VIII. 255. Auffindung des Verhältniſſes des Sauerſtoffgaſes zu den andern Gasarten in der atmosphäriſchen Luft IX. 267. Unterſuchung über die Neigung der Magnetnadel X. 174.

Erklärung über die Fortpflanzung des Schalles X. 401. Entdeckung, daß der Trapp=Porphyr eine ganz beſondere und den Vulkanen eigenthümliche Gebirgsart ſey X. 624. neue Verſuche über die Wirkung des Zitterrochens X. 827.
Huth's Beobachtungen an dem im Jahre 1811 erſchienenen großen Kometen IX. 523.
Hydrat IX. 401.
Hydriotſäure IX. 451.
Hydrodynamik, Unterſuchungen über die Friction des Waſſers in cylindriſchen Röhren von v. Buſſe IX. 402.
Hygrometer IX. 403. erſte Bemühung einer wahren Hygrologie von Dalton IX. 403. Ermann's Bemerkungen dagegen IX. 404.
Kummer's Federkielhygrometer IX. 411.
Bemerkung Fiſcher's, daß alle bisherigen Hygrometer einen Fehler beſitzen IX. 415.
Leslie's Hygrometer IX. 415.
Daniell's Hygrometer IX. 419. einige Bemerkungen über daſſelbe von Muncke IX. 423. von Döbereiner und deſſen andere Einrichtung als Hygrometer IX. 426. Körner's verbeſſertes Daniel'ſches Hygrometer IX. 428.

J.

v. Jäger's Theorie des Galvanismus IX. 159. Begründung einer Theorie der trockenen Volta'ſchen Säule IX. 183. Anführung der Mittel, eine vollkommen ausgetrocknete Papierſäule zu erhalten IX. 228. Behauptung, daß eine ſolche trockene Säule ein wirkliches Syſtem von Condenſatoren ſey IX. 233.
Jeſſop's Verſuch, eine ſehr ſtarke Wirkung des Schießpulvers durch Zuſchüttung von Sand zu erhalten X. 412.
Inflexion des Lichtes, Entdeckungen in der Lehre von der Beugung des Lichtes von Fraunhofer IX. 429.
Inflexionsſkop von Mayer VIII. 317.
Jod, Jode, Jodine, eine von Courtois in dem Seetang entdeckte neue Subſtanz IX. 449. Eigenſchaften deſſelben IX. 450. iſt ein einfacher Körper IX. 449.
Johanniswürmer, Verſuche damit von Scheppard IX. 698.
John's Zerlegung des Wachſes in zwey Hauptbeſtandtheile VIII. 393.
Jordan's Beobachtungen über die Beugung des Lichtes VIII. 305. Erklärung der Farbenringe an dünnen Blättchen VIII. 671. Erklärung der Höfe um die Sonne und den Mond IX. 379.
Iridium, ein von Tennant entdecktes Metall IX. 452.

K.

Kadmium, ein von Hermann und Stromeyer entdecktes Metall IX. 456.
Kälte IX. 458. Verſuche über die Zurückwerfung der Kälte IX. 459.
Kälte, künſtliche IX. 461. Mittel zur Erregung großer Kälte von Leslie IX. 465. von Configliachi IX. 476. nützliche Anwendung von Leslie's Methode auf Erhaltung verſchiedener Körper

von Clement und Desormes IX. 481. neuere Verſuche über die künſtliche Kälte von Marcet IX. 482. Verſuche von J. Murray IX. 483.
Kämtz's Entwickelung des Geſetzes der elektriſchen Kraft des galvaniſchen Multiplikators X. 150.
Kalcium, ein von Davy entdecktes Metall, oder die metalliſche Baſis der Kalkerde IX. 484.
Kaleudoſkop IX. 485.
Kalium, ein von H. Davy entdecktes Metall, oder die metalliſche Grundlage der Potaſche IX. 488. Eigenſchaften deſſelben IX. 489.
Kalk IX. 491.
Kalkane IX. 492.
Kampherſäure IX. 492.
Kant's Begriff von der Anſchauung VIII. 97. Begriff vom dynamiſchen Syſtem VIII. 458. Entwickelung ſeiner Anfangsgründe der metaphyſiſchen Naturwiſſenſchaft IX. 349. Gedanken über den Begriff der Materie X. 52.
Karſten's Anſichten über die verſchiedenen Eiſenarten VIII. 467.
Kaſtner's Erklärungen zwey elektriſcher Erſcheinungen VIII. 504. Bemerkung, ob es zwey elektriſche Materien, oder nur eine einzige, gebe VIII. 551. beſondere Wahrnehmung von Kryſtalliſationen IX. 564. Gründe über die Verſchiedenheit des Lichtes und der Wärme IX. 738. Widerlegung der Einwürfe von Muncke in Hinſicht der ſtrahlenden Wärme X. 517.
Keferſtein's Meinung über den Urſprung des Baſalts X. 629.
Kieſelerde IX. 495. wie reine Kieſelerde zu gewinnen iſt IX. 495. iſt zuſammengeſetzt aus Sauerſtoff, und einer eigenen metalliſchen Baſis IX. 496.
Klang IX. 498.
Klangfiguren, mehrere Verſuche darüber von Oerſtedt IX. 498. neuere Bemerkungen über länglich viereckige und elliptiſche Scheiben von Chladni IX. 499.
Klaproth's Entdeckung, daß das Kali einen weſentlichen Beſtandtheil des Alauns ausmacht VIII. 94. Entdeckung des Cererium VIII. 393. Anwendung des Platinoxyds in der Porzellanmahlerey X. 285.
Klingert's Conſtruction einer trockenen Säule mit einem Uhrwerke verſehen VIII. 266.
Klügel's Beſtimmung zur leichten Anordnung eines achromatiſchen Fernrohres IX. 48.
Knallluftgebläſe IX. 506.
Knallplatin X. 283.
Knallqueckſilber IX. 509. X. 351.
Knallſilber IX. 512.
Knight's Methode, künſtlichen Magneten einen ſehr hohen Grad von magnetiſcher Kraft zu ertheilen IX. 836.
Knock's Erklärung einiger von Remer angeſtellter merkwürdiger elektriſcher Verſuche VIII. 532.
Körner's Verfertigung eines Daniell'ſchen Hygrometers von Metall IX. 428. bemerkte Eigenſchaften einer vollkommenen Luftpumpe IX. 808.
Kohle IX. 512. über die Abſorption der Gasarten der Kohle ſind neuere Verſuche angeſtellt von Th. Deſauſſure IX. 512. reine Kohle enthält eine geringe Menge Waſſerſtoff IX. 515. zur Aus-

mittelung der Menge des Waſſerſtoffs in der Pflanzenkohle ſtellte Döbereiner mehrere Verſuche an IX. 516.
Kohlenſtoff, derſelbe ſoll nach Döbereiner eine Subſtanz von metalliſcher Natur ſeyn, der er den Namen Carbon gegeben hat IX. 517. nach Klaproth's Meinung ſind zur Annahme dieſer Meinung noch mehrere Verſuche nöthig IX. 517.
Kometen, ob ſie auf die Witterung Einfluß haben IX. 517. Böckmann's Gedanken darüber IX. 518. Bemerkungen von Math. de Dombaſte IX. 518. Ideen über die Bewegungen derſelben von Chladni IX. 519. über die Gründe der großen Eccentricität der Kometenbahnen von Schubert IX. 520. nach Gelpke ſind ſie ſolche Körper, die ſich zu neuen Weltkörpern ausbilden IX. 521. Die größten Kometen ſcheinen nach den neuern Beobachtungen dunſtförmige Maſſen zu ſeyn; ohne irgend einen feſten Kern zu beſitzen IX. 525. Erklärung über die Krümmung des Lichtſchweifes von Brandes IX. 526. Ideen über ihre phyſiſche Beſchaffenheit von G. Fiſcher IX. 528. Entſtehung des Kometenſchweifes aus mechaniſchen Kräften von Lehmann IX. 534.
Kretſchmann's Beyträge zur Begründung einer Meteorologie X. 81.
Kretſchmar's Verſuche mit dem pneumatiſchen Feuerzeuge IX. 82. Verſuche über Thermolampen IX. 645.
Kries's Verſuch, bey einer gewiſſen Stellung des Auges ein dreyfaches Bild eines Gegenſtandes durchs Waſſer zu ſehen IX. 313. Beobachtung einer Nebenſonne X. 161.
Kruines's Verfertigung eines ſchweren Kryſtallglaſes IX. 46.
Kryſtall, isländiſches IX. 534.
Kryſtalliſation IX. 552. Grundgeſtalt der Kryſtalle nach Hauy IX. 553. nach neuern Unterſuchungen kommen im weſentlichen nur ſolche Kryſtalle vor, welche durch ebene und glatte unter gewiſſen Winkeln geneigte Flächen begrenzt ſind IX. 554. Wahrnehmung einer beſondern Wirkſamkeit der magnetiſchen Polarität auf die Kryſtalliſation der Salze von Lüdike IX. 565.
Kryſtallographie IX. 568.
Kummer's Federkielhygrometer IX. 411.
Kupfer verbindet ſich mit dem Sauerſtoffe in zwey bis jetzt bekannten Verhältniſſen IX. 590.
Kupffer's neuere Unterſuchungen über die ſpecifiſchen Gewichte der verſchiedenen Gemiſche des Zinnbleyes X. 445.
Kyanometer IX. 594.

L.

Lambert's Geſetze in der Wirkung des Magnets IX. 815.
Lampadius's Photometer X. 275. Entdeckung des Schwefelkohlenſtoffs X. 426. Bereitung des Titanoxyds X. 545. Meinung über das Entſtehen des Wetterleuchtens X. 780.
Lampen, beſondere Verdienſte des Graf v. Rumford IX. 620.
Lampe, elektriſche IX. 604.
Lampe, ohne Flamme IX. 632. hiezu gab die merkwürdige Entdeckung H. Davy's Veranlaſſung, daß nämlich gasförmige Mengungen unter gewiſſen Umſtänden ohne ſichtbare Flammen verbrennen IX. 633.

Lampe, Sicherheitslampe IX. 635.
Lampe, Thermolampe IX. 642.
Laplace's Meinung über die wirkende Kraft der haarröhrenartigen Erſcheinungen nebſt der daraus entwickelten mathematiſchen Theorie VIII. 40. Bemerkung der Haarröhrchenkraft bey Heberbarometern und der daher entſtehenden Verſchiedenheit der Barometerhöhen VIII. 177. Bemerkung über die verſchiedene Größe der brechenden Kraft in den verſchiedenen durchſichtigen Körpern VIII. 364. Meinung über die Anziehung der Materie im allgemeinen und die Anziehung in Berührung VIII. 410. Formel zur barometriſchen Höhenmeſſung IX. 385.
Lapoſtoll's Meinung, daß Strohſeile beſſere Elektricitätsleiter, als Metalle, ſind VIII. 338.
Laugenſalze IX. 647.
Leblanc's Bemerkung, daß die Kryſtalliſationsfähigkeit mit der Zunahme des Flüſſigkeitsdrucks erhöhet werde IX. 556.
Lebon's Benutzung des Gaslichtes zu ökonomiſchen Zwecken IX. 303. Entdeckung der Thermolampe IX. 642.
Legallois's Beobachtung über das Athmen X. 720.
Lehmann's Verſuch, die Entſtehung des Kometenſchweifes aus mechaniſchen Geſetzen zu erklären IX. 534.
Leiter, der Elektricität IX. 656. über das elektriſche Leitungsvermögen der Mineralien von Pelletier IX. 656.
Leiter, galvaniſcher IX. 658.
Leiter, der Wärme X. 675.
Lemery's Beweis, daß im Blute Eiſen ſich befinde VIII. 354.
v. Leonhardi's Mineralogie nach chemiſchen Principien X. 130.
Leslie's Beſtimmung eines von Dalton's Angaben etwas abweichenden Verhältniſſes in Hinſicht der Capacität der Luft, den Waſſerdampf zurückzuhalten, ſo wie die Temperatur zunimmt VIII. 436. Hygrometer unter dem Namen Differenzthermometer IX. 515. Verſuche über die Zurückſtrahlung der Kälte IX. 459. Verſuche zur Erzeugung ſtarker künſtlicher Kälte IX. 465. Vorrichtung zur Beſtimmung der ſpecifiſchen Gewichte von Pulvern X. 443. Differenzthermometer zur Unterſuchung der verſchiedenen Wärmegrade X. 543. Verſuche über das Ausſtrahlen der Wärme X. 649. Verſuche über das Wärmeleitungsvermögen der Gasarten X. 682.
Leuchtende Körper IX. 698.
Licht IX. 714. nach neuern Entdeckungen findet bey Wirkungen des Lichtes auf Körper zwiſchen ungefärbtem und gefärbtem Lichte ein ſehr großer Unterſchied Statt IX. 715. Unterſuchung der Frage, ob Licht und Wärme einerley ſey? IX. 735. Meinungen über das Weſen des Lichtes IX. 740.
Lichtenſtedt's Meinung, daß ſo wohl die gewöhnliche als auch die galvaniſche Elektricität in die Lebensthätigkeit mehr hindernd als befördernd, eingreife VIII. 563.
Liebig's Auffindung der Beſtandtheile des Knallqueckſilbers X. 351.
Link's Wiederholung von Corradori's Verſuchen, zieht aber daraus andere Folgen VIII. 19. Adhäſionsverſuche VIII. 82. Erklärung der Auflöſung VIII. 130.
Linuſſio's Bemerkung über die Verminderung des Meeres X. 65.
Lithion IX. 746.
Lowitz's Methode zur Gewinnung der Weinſteinſäure X. 768.

Lüdike's Schwungrad für Farbenverſuche IX. 3. Wahrnehmung einer beſondern Wirkung der magnetiſchen Polarität auf die Kryſtalliſation von Salzen IX. 565. verbeſſerte Wollaſton's camera lucida X. 817.
Luft IX. 748. genaue Abwägung derſelben durch Biot und Arago IX. 751.
Luftelektricität IX. 758.
Luftelektrometer IX. 794.
Luftkreis IX. 799.
Luftpumpe IX. 802. welche gute Eigenſchaften eine vollkommene Luftpumpe beſitzen müſſe IX. 808.

M.

Macaire's Unterſuchungen über das Phosphoresciren der Leuchtkäfer IX. 704. Meinung, woraus die leuchtende Materie zu beſtehen ſcheinet IX. 707.
Macartney's Verſuche mit Leuchtkäfern IX. 699.
Magnet IX. 814.
Magnetismus IX. 836.
Elektro-Magnetismus IX. 866.
Thermo-Magnetismus X. 1.
Elektro-Magnetoſkop X. 48.
Magnium X. 49.
Mallinkrodt's Meinung über den Urſprung des Höhenrauchs IX. 396.
Malus's Unterſuchung über die Geſetze der Polariſation des Lichtes auf vollkommen kryſtalliſirte Körper VIII. 701. Verſuche über die Erſcheinungen des isländiſchen Kryſtalls IX. 526. Entdeckung der Polariſation des Lichtes X. 291. Auffindung, daß das polariſirte Licht die Erſcheinungen nicht allein durch Glasplatten, ſondern überhaupt durch polirte Platten aus den meiſten andern durchſichtigen Subſtanzen darſtellt X. 299.
Marcet's Verſuche über die Verdunſtungskälte IX. 482. Unterſuchung über das ſpecifiſche Gewicht des Meereswaſſers X. 68. Verſuche mit dem Thermometer im luftleeren Raume X. 531.
Marechaux's Anzeige einer trockenen galvaniſchen Säule VIII. 221. erſte Abmeſſung der Größe der elektriſchen Abſtoßung an der galvaniſchen Säule VIII. 230. Mikro-Elektrometer VIII. 578.
Marſh's abgeänderter Comming'ſcher Apparat zur Anſtellung thermo-magnetiſcher Verſuche X. 26.
de Marti's Verſuche mit dem flüſſigen Schwefelwaſſerſtoffkalk, als beſtem eudiometriſchen Mittel VIII. 631. Abſorptionsverſuche verſchiedener Gasarten durch Waſſer IX. 258.
Maſchmann's Wahrnehmung einer chemiſchen Einwirkung der magnetiſchen Kraft auf Subſtanzen IX. 833.
Materie X. 51.
Matthieu de Dombaſte's Ideen über den Einfluß der Kometen auf die Witterung IX. 518.
Mayer's Verſuche über die Beugung des Lichtes VIII. 314. Inflexionſkop VIII. 317. Verſuche über die Expanſionskraft der Dämpfe nebſt einer daraus entwickelten Formel VIII. 438. Behauptung, daß die Materie eines Körpers den Raum durch ihre bloße Exiſtenz

erfüllt VIII. 460. Meinung über die Entſtehung der Meteormaſſen X. 100. Auffindung einer vollkommen äquilibrirten Neigungsnadel eines Inclinatorii X. 166. Lichtpolariſationsmaſchine X. 294. Meinung über die große Wirkung des Schießpulvers, welches mit Sand vermengt iſt X. 419.
Meer X. 54. genauere Unterſuchungen über den Salzgehalt des Meeres von Gay-Luſſac X. 54. Beobachtungen über das Leuchten des Meeres von Plac. Heinrich X. 59. von Horner X. 60. von Oken X. 61. Meinung über das Abnehmen des Meerwaſſers von Chladni X. 64. von Peron X. 64. von Linuſſio X. 65.
Megaſkop X. 71.
Meineke's Beobachtung eines ſcharf begrenzten Eisbildes von einem unterm Waſſer liegenden Gegenſtande VIII. 463. ſtöchiometriſche Unterſuchungen X. 462. 483. 486. 493.
Menzel's Nachweiſung über den erſten Erfinder des bononiſchen Leuchtſteines X. 224.
Merian's Meinung über die große Wirkung des mit Sand gemengten Schießpulvers X. 418.
Meſſerſchmidt's Luftpumpe IX. 806.
Metalle, wie viel deren jetzt bekannt ſind X. 73.
Metalloide X. 77.
Meteormaſſen X. 83.
Meteorologie X. 78.
Meteorſteine X. 83.
Methuon's Ideen über die Erzeugung erdiger und metalliſcher, nicht ſalziger, Kryſtalle IX. 565.
Miasmen X. 112.
Mier's Behauptung, daß der Stickſtoff aus Sauerſtoff und Waſſerſtoff zuſammengeſetzt ſey X. 455.
Mikrometer X. 114.
Mikroſkop X. 119.
Milchzuckerſäure X. 124.
Milchſäure X. 126.
Mineralien X. 126.
Mitſcherlich's Anſichten über Kryſtalliſationen IX. 573.
Mohnſäure X. 130.
Mohs's neues mineralogiſches Syſtem X. 127.
Moll's Verſuche über die Wirkung großer Tragapparate auf die Magnetnadel IX. 915. thermo-magnetiſche Verſuche X. 13.
Mollet's Beobachtung einer Lichterſcheinung beym Losſchießen einer Windbüchſe im Dunkeln VIII. 537. IX. 62.
Mollweide's Verſuch einer mathematiſchen Theorie der Abweichung und Neigung der Magnetnadel VIII. 9. Unterſuchungen über das Auge, ob es achromatiſch ſey, oder nicht VIII. 134. Berichtigung und Vervollſtändigung der von Wollaſton berechneten Tafel der brechenden Kräfte VIII. 372. Bemerkungen gegen Wollaſton's Meinung, daß das weiße Sonnenlicht nur in vier Hauptarten zerlegt werde VIII. 664.
Morichini's Verſuche über die Einwirkung des Sonnenlichtes auf Elektricität und Magnetismus VIII. 516. IX. 835.
Morphin, Morphium X. 141.
Mortel's genaue Beſtimmungen über die Lage des magnetiſchen Aequators auf der Erdoberfläche X. 176.

Moſcati's Verſuche über die Miasmen IX. 758. X. 113.
Müller's elektriſche Verſuche mit Strohſeilen, Lapoſtoll's angebliche Erfahrungen zu prüfen VIII. 339.
Müller's, K. H., Meinung über die Entſtehung des Baſalts X. 628.
Münchow's Verſuche über die Vervielfältigung der Bilder durch den isländiſchen Kryſtall IX. 545.
Multiplikator, elektro-magnetiſcher X. 143.
Muncke's Verſuche zur Beſtimmung der Expanſivkraft elaſtiſcher Dämpfe VIII. 427. fand zugleich das Geſetz, daß mehrere Dampfarten in demſelben Raume mit Luft gemiſcht ein kleineres Volumen ausmachen, als die Summe der einzelnen beträgt VIII. 432. merkwürdiger elektriſcher Verſuch mit einer Lichtflamme VIII. 492. Verſuche über die farbigen Erſcheinungen, welche das polariſirte Licht in gläſernen Würfeln und Cylindern hervorbringt VIII. 709. Unterſuchungen über die Frage, ob das aus den Pflanzen ausgehauchte Sauerſtoffgas hinreichend ſey, der Atmosphäre alles Sauerſtoffgas wieder zu erſetzen, was durch mehrere Prozeſſe ihr entzogen wird? IX. 269. unrichtige Folgen gegen Kant's metaphyſiſche Unterſuchungen IX. 341. Bemerkungen über Daniell's Hygrometer IX. 423. Bemerkungen gegen die Anwendung des Deſauſſure'ſchen Kyanometers IX. 597. Angabe einiger Vorrichtungen zur Vervollkommenung der Luftpumpen IX. 802. Theorie über die elektromagnetiſchen Erſcheinungen IX. 1072. Hypotheſe über die Entſtehung der Aerolithen X. 102. Verbeſſerung des Papiniſchen Digeſtors X. 207. Verſuche über die Fortpflanzung des Schalles durch Waſſer X. 408. genaue Verſuche über das Sieden des Waſſers in verſchiedenen Gefäßen, welche Gay-Luſſac's Verſuchen entgegen ſind X. 448. Einwürfe gegen Well's Theorie des Thaues X. 514.
Murdoch's Beobachtungen über das brennbare Gas IX. 279. Anwendung der Gasbeleuchtung IX. 302. 642.
Murray's Gedanken über das Athmen der Thiere VIII. 112. Verſuche über Kälteerzeugung IX. 483. Verſuche über die Einwirkung des Magnetismus auf chemiſche Prozeſſe IX. 835. genaue Analyſe des Meerwaſſers X. 59. Gedanken über die Natur der Salzſäure X. 381. Verſuche gegen v. Rumford, daß Flüſſigkeiten keine Wärmeleiter ſeyn X. 681.

N.

Natron, Natrum X. 152. hat drey bekannte Oxydationsſtuffen X. 153.
Naturphiloſophie X. 154.
Nebel X. 158.
Nebelſterne X. 159.
Nebenmonde X. 160.
Nebenplaneten X. 161.
Nebenſonnen X. 161.
Neigung der Magnetnadel X. 166. eine vollſtändige Neigungstafel findet ſich bey Hanſteen X. 173. die Urſache iſt die einwirkende magnetiſche Kraft der Erde X. 174. Geſetz, nach welchem ſich die Schwingungen der Neigungsnadel richten X. 174.
Newmann's Knallgebläſe IX. 506.

Nichelſon's Erzählungen merkwürdiger Lichterſcheinungen VIII. 311. bemerkte Erſcheinung auf der Oberfläche des Eiſes VIII. 463. Bemerkung über die Verſchiedenheit des elektriſchen Lichtes VIII. 486. Einwürfe gegen Biot's Meinung über das elektriſche Licht VIII. 558. erſte Wahrnehmungen galvaniſcher Funken IX. 125. Bemerkung über die ſtarke Wirkung des mit Sand vermengten Schießpulvers X. 418.

Nickel X. 182.

Nicolas's chemiſche Unterſuchungen über die Feuchtigkeiten des Auges, welche von Chevenix's ſeinen in etwas abweichen VIII. 137.

Nitricum X. 457.

Noegerrath's Nachricht einer fürchterlichen Waſſerhoſe X. 750.

Nordlicht X. 184.

Northmore's Verſuche, was für Wirkung die Verdichtung auf Gasarten und deren Gemiſche hervorbringe VIII. 413.

Noſe's Meinung über die Entſtehung des Baſalts X. 628.

O.

Oele X. 198.

Oerſtedt's Verſuche über die auf Scheiben entſtehenden Klangfiguren IX. 498. wichtige Entdeckung über die Wirkſamkeit der Elektricität auf Magnetismus IX. 872. Bemerkung, in welchem Falle die Elektricität auf eine äquilibrirte Neigungsnadel keinen Einfluß habe X. 894. Beſtimmung, auf welche Art ein lothrecht herabgehender elektriſcher Strom auf die Abweichungsnadel wirke IX. 901. Feſtſetzung eines allgemeinen Geſetzes für die Wechſelwirkung der Pole IX. 909. Wiederholung der von v. Yelin zuerſt angeſtellten Verſuche, wodurch letzterer einen vollkommnen indifferenten Punkt in der geſchloſſenen Kette wollte entdeckt haben, den aber erſterer nicht finden konnte IX. 980. Theorie über die elektro-magnetiſchen Erſcheinungen IX. 1020. Einwürfe gegen die von Ampére aufgeſtellte elektromagnetiſche Theorie IX. 1039. Benennung von thermo-elektriſcher und hydro-elektriſcher Umläufe X. 1. Verſuche über den Thermo-Magnetismus X. 2. Verſuche mit dem elektriſchen Multiplikator auf thermo-elektriſche Erſcheinungen X. 29. Bemerkung einer erregten magneto-motoriſchen Wirkung durch bloße Eintauchung eines Metalls in flüſſige Säuren, welche es angreift X. 31. bequeme Einrichtung eines elektriſchen Multiplikators X. 144. Inſtrument, damit die Zuſammendrückung des Waſſers genau zu meſſen X. 738.

Oken's Meinung über das Leuchten des Meerwaſſers X. 61.

Olbers's Sammlung der bisher berechneten Kometenbahnen IX. 520. Entdeckung des Planeten Pallas X. 204. Entdeckung des Planeten Veſta X. 628.

Opium X. 141.

Osmium X. 199.

Oxydation X. 201.

Oxyde X. 202.

Oxygenation X. 202.

P.

Paets van Trooſtwyck's Entdeckung des ölerzeugenden Gaſes IX. 281.
Palladium X. 202.
Pallas X. 204.
Pallas's Bemerkung, daß er nie ein Nordlicht mit Geräuſch beobachtet habe X. 184.
Papiniſche Maſchine X. 205.
Parkinſon's Vorrichtung zur Verhütung aller Unglücksfälle beym Deſtilliren VIII. 445.
Parrot's Beobachtungsregeln bey Adhäſionsverſuchen mit Platten, zwiſchen welcher Flüſſigkeiten ſich befinden VIII. 85. Verſuche mit trockenen galvaniſchen Säulen zur Aufhellung der Punkte, welchen Einfluß hat die Feuchtigkeit auf die elektriſche Wirkung der trockenen Säule, und was für eine Menge Elektricität liefert dieſelbe? VIII. 273. Calibririnſtrument VIII. 389. Einwendungen gegen Dalton's Verſuche, die Expanſivkraft der elaſtiſchen Dämpfe betreffend VIII. 419. Verſuche, das wahre Geſetz der elektriſchen Wirkung in der Entfernung aufzufinden VIII. 520. 588. Theorie über die Entſtehung der Farbenringe zwiſchen Glaslinſen und Gegenbemerkungen gegen Brandes's gemachten Einwendungen VIII. 683. beſtimmtere Darſtellung ſeiner Theorie des Galvanismus IX. 198. Mittel zur Zerſtreuung der Gewitterwolken IX. 316. Bemerkung unter welchen Umſtänden ein und derſelbe Körper die Wärme beſſer leitet X. 676. Bemerkung über Wärmeleitung der Flüſſigkeiten X. 681.
Parry's Erklärung über die Entſtehung der Nebenmonde, Nebenſonnen, und der dabey häufig vorkommenden Ringe X. 163.
Patrin's Bemerkung, daß bey Nordlichtern kein Geräuſch, wie Gmelin angebe, vorhanden ſey X. 184. chemiſche Theorie über die Entſtehung der Vulkane X. 614.
Peatſon's Verſuche, aus welchen das Erſcheinen von Stickgas beym Zerſetzen und Wiedererzeugen des Waſſers durch Entladungsſchläge hervorzugehen ſchien IX. 292.
Pelletier's Verſuche über das elektriſche Leitungsvermögen der Mineralien nebſt einer tabellariſchen Ueberſicht ſeiner Reſultate IX. 656.
Perkin's Verſuche über Zuſammendrückung des Waſſers X. 733.
Peron's Meinung von der Abnahme des Meerwaſſers X. 64. Unterſuchung der Temperatur des Meeres in verſchiedenen Tiefen X. 68.
Petit's Verſuche über die Ausdehnungen einiger feſter Körper in Temperaturen über 100° X. 348. Verſuche über die ſpecifiſche Wärme der einfachen feſten Körper X. 482. Abhandlung über das Maas der Temperaturen X. 523. Auffindung des wahren Geſetzes der Erkältung bey niedern und höhern Temperaturunterſchieden X. 640. allgemeines Geſetz der Erkältung der Körper in verſchiedenen Gasarten X. 645. Verſuche über die Ausdehnung feſter Körper durch Wärme X. 685. Verſuche über die Ausdehnung der verſchiedenen Gasarten X. 692. Verſuche über die Wärmecapacität der Körper X. 699.
Pfaff's, H., Erfahrungen beym Einathmen der Luft, welche Davy's Erfahrungen entgegen ſind VIII. 108. Einwendungen gegen die von Berzelius anfänglich aufgeſtellte Theorie des Galvanismus IX. 150. Anführung eines offenbaren Irrthums Parrot's bey

Entwerfung ſeiner Theorie über den Galvanismus IX. 198. 204. Vertheidigung Volta's Theorie des Galvanismus beſonders gegen die von v. Jäger aufgeſtellte IX. 200. Beſtimmungen über die durch doppelte Brechung des Lichtes entſtandenen Farbenbilder IX. 538. angegebene Verbeſſerung der von Döbereiner entdeckten Waſſerſtofflampen IX. 606. Verſuche mit aſtatiſchen Magnetnadeln beym Elektro-Magnetismus IX. 892. Verſuche mit der Neigungsnadel in Rückſicht des Elektro-Magnetismus IX. 898. genaue Verſuche über das Leitungsvermögen der Flüſſigkeiten, theils unter einander, theils in Vergleichung mit Metallen IX. 921. Verſuche mit dem elektriſchen Multiplikator IX. 935. Verſuche in der Abſicht, um den Einfluß des chemiſchen Prozeſſes auf die Ablenkung der Abweichungsnadel zu unterſuchen IX. 945. Verſuche mit gewöhnlicher Maſchinenelektricität auf Magnetnadeln IX. 1005. Bemerkungen gegen Oerſtedt's Theorie des Elektro-Magnetismus IX. 1029. gegen Ampére's Theorie IX. 1048. gegen Prechtl's Theorie IX. 1058. gegen Soebeck's Theorie IX. 1065. Vorrichtung zur Zuſammendrückung des Waſſers X. 735.

Pfaff's, W., Entdeckung, daß auch das Eis zur Erzeugung der Farbenbilder diene VIII. 715. beſondere Unterſuchungen über das Magnetiſiren der Stahlnadeln mittelſt der gemeinen Elektricität auf einer ebenen Spirale aus Draht IX. 1016.

Pflanzen X. 209. die nähern Beſtandtheile derſelben nach den neuern Analyſen X. 210. Entdeckung mehrerer neuer vegetabiliſchen Alkalien X. 212.

Phosphorus X. 214.

Phosphorſäure X. 271.

Photometer X. 273.

Phyſik X. 277.

Piazzi's Entdeckung des Planeten Ceres VIII. 395. Meinung, daß der Mond nicht vulkaniſchen Urſprungs iſt X. 134.

Pickel's erſte Wahrnehmung des Leuchtens der Kryſtalliſationen X. 255.

Pictet's Verſuche über die Zurückſtrahlung der Kälte IX. 459. Meinung über die große Wirkung des mit Sand gemengten Schießpulvers X. 113.

Pini's Angabe, daß die in unſerm Erdkörper ſich möglich entwickelnde Wärmematerie nicht hinreichend ſey, denſelben in einen ſchmelzbaren Zuſtand zu verſetzen VIII. 613.

Piſtor's Bemerkung gegen Benzenberg's Empfehlung, die Skalen an den Barometerröhren ſelbſt durch Flußſäure einätzen zu laſſen VIII. 192.

le Plat's Meinung über die große Wirkung des mit Sand vermengten Schießpulvers X. 418.

Platin X. 280.

Pneumatiſch-chemiſcher Apparat X. 286.

Pönitz's Verſuche über das Magnetiſchwerden des Eiſens bey mechaniſcher Behandlung und beym Ablöſchen deſſelben X. 821.

Poggendorf's Bemerkungen über das Verhalten der Magnetnadel rings um einen lothrechten elektriſchen Leitungsdrahte IX. 907. Bemerkung, daß dicke Leitungsdrähte bey elektro-magnetiſchen Verſuchen den dünnen vorzuziehen ſind IX. 817. Verſuche mit Hülfe ſeines elektriſchen Multiplikators angeſtellt IX. 918. Verſuche über das Leitungsvermögen der Flüſſigkeiten IX. 921. Entdeckung des

elektriſchen Multiplikators unter dem Namen eines Condenſators IX. 927. X. 144. Verſuche in der Abſicht, um auszumachen, ob eine chemiſche Einwirkung auf den Magnetismus Statt findet IX. 942.
Pohl's merkwürdige elektro-magnetiſche Rotationsverſuche IX. 1001. Theorie des Elektro-Magnetismus IX. 1066. allgemeine Bemerkungen über die Entſtehung der Waſſerhoſen X. 751.
Poiſſon's Theorie des Magnetismus IX. 854. Beſtimmung der Analogie zwiſchen der Elektricität und dem Magnetismus IX. 870. allgemeine Betrachtungen über die Wärmeleitung feſter Körper X. 679.
Polariſation des Lichtes X. 291.
Porret's Verſuche über die Zerlegung der Berlinerblauſäure VIII. 303. Verſuche über die Flamme IX. 120. genauere Beſtimmung des Waſſerſtoffs in den Pflanzen X. 213. Verſuche mit dem Stickſtoffchlorid X. 459.
Pouillet's entdeckte Wärmeentwickelung durch Benetzung der Körper X. 635. Berechnung der Dichtigkeiten des Waſſers bey veränderten Wärmegraden X. 730.
Powell's Verſuche über die magnetiſche Kraft auf das Eiſen IX. 830.
Prechtl's Hypotheſe, daß unſere Erde als eine große trockene elektriſche Säule zu betrachten ſey, welche die magnetiſchen Erſcheinungen hervorbringe VIII. 10. Hypotheſe über die Entſtehung des Farbenbildes VIII. 728. Widerlegung Volta's Theorie von der Entſtehung des Hagels IX. 362. Beſtreitung von Ermann's Eintheilung der unvollkommenen elektriſchen Leiter in bipolare, poſitiv-unipolare und negativ-unipolare IX. 667. Behauptung der Identität des Lichtes und der Wärme IX. 737. Theorie der elektriſchen Meteore auf Ermann's Erfahrungen über die Luftelektricität gegründet IX. 782. Theorie des Magnetismus IX. 841. Theorie des Elektro-Magnetismus IX. 1051. Erklärung über die große Wirkung des mit Sand vermengten Schießpulvers X. 416. 417.
Prevoſt's Verſuche und Entgegnungen über die Ausflüſſe VIII 158. Apparat, den Durchkreuzungswinkel der durchs Prisma gebrochenen farbigen Strahlen wahrnehmbar zu machen VIII. 361. Bemerkungen über die kyanometriſchen Beobachtungen Deſauſſure's IX. 594. Meinung über das Leuchten der Katzenaugen IX. 745.
Prouſt's Bemerkungen gegen Berthollet's Anſichten über die chemiſchen Vereinigungen VIII. 123. Benennung der Verbindung eines Metalloxyds mit Waſſer durch Hydrat IX. 401. Abſcheidung des Kamphers aus mehreren Oelen IX. 492. Angabe eines oxydulirten Kupfers IX. 591. Kupferhydrat IX. 592. Meinung gegen Berthollet, daß ſich die Metalle nur in zwey Verhältniſſen mit dem Sauerſtoffe verbinden können X. 75. Angabe über das Verhältniß der Miſchungstheile des Schießpulvers X. 411.
Prout's Bemerkung über ſtöchiometriſche Gegenſtände X. 493.
Prozeß, chemiſcher X. 338.
Pyrometer X. 344.
Pyrophorus X. 348.

Q.

Queckſilber X. 350.
Quellen X. 351.

R.

Rami's trockene Säule mit einem Uhrwerke verbunden VIII. 266.
Ramond's vielfältige Beobachtungen aller Umſtände, welche auf Barometerveränderungen Einfluß haben können VIII. 205.
Raſchig's Erklärung einiger Erſcheinungen über die Wirkung des Blitzſtrahls VIII. 381. Vorſtellung von dem Rollen des Donners VIII. 454. merkwürdige Verſuche mit dem elektriſchen Multiplikator IX. 933. verbeſſerter von Delarive angegebener Apparat zur Anſtellung elektro-magnetiſcher Verſuche IX. 973. Verſuche, die eigenthümliche Polarität eines Leitungsdrahtes in Form eines Multiplikators darzuſtellen IX. 977.
Raum X. 352.
v. Rees's Verſuche über die Geſchwindigkeit des Schalles durch die verſchiedenen Luftarten X. 404.
Regen X. 353.
Reichenbach's Bemühungen, die Dampfmaſchinen bey allen Maſchinen anzuwenden VIII. 439.
Reimarus's Bemerkungen gegen Bodde's Theorie über die Anlegung guter Blitzableiter VIII. 331.
Reimarus, J. A. H., Ideen über die Teleologie X. 496.
Remer's Erklärung einer merkwürdigen elektriſchen Erſcheinung an den negativ-elektriſchen Spitzen VIII. 226. 528.
Rhodium X. 359.
Richardſon's Beobachtungen über den öftern Sitz des Nordlichtes in der Atmosphäre X. 189. andere am Nordlichte beobachtete Erſcheinungen X. 192.
Richter's Gründung der Stöchiometrie X. 462. Annahme der Schwefelſäure zur Einheit bey berechneten Aequivalenten-Tafeln X. 479. Ausdehnung der ſtöchiometriſchen Geſetze auf die Qualitäten der Körper X. 486.
Ritter's Beobachtung über das Leuchten des Barometers VIII. 196. Meinung, daß es keine trockene galvaniſche Säule geben könne VIII. 216. Wahrnehmung der Umkehrung der Pole der Volta'ſchen Säule VIII. 225. Meinung über die elektriſche Spannung zweyer Körper VIII. 481. Beſtimmungen für die galvaniſchen Leiter IX. 672. erſte Bemerkung, daß im Farbenſpektrum jenſeits des Violets noch eine chemiſche Wirkung ſich zeige IX. 716. Urſache, warum das Hornſilber im Sonnenlichte ſchwarz werde IX. 720. Verſuche mit dem Tellurium X. 498. Meinung über die elektriſche Wirkung der Zitterfiſche X. 827.
Robiquet's Methode, die Mekonſäure zu gewinnen X. 131. Methode das Morphium zu erhalten X. 141.
Ruhland's ausführliche Auseinanderſetzung und Meinung über die Entſtehung der Meteormaſſen X. 88.
v. Rumford's Erklärung über das Schwimmen ſpecifiſch ſchwerer Körper auf dem Waſſer VIII. 33. Unterſuchung über die Schwächung des Lichtes durch den Durchgang durchſichtiger Körper VIII. 457. Bemühungen über die Verbeſſerung der Lampen IX. 620. Meinung von der Natur des Lichtes IX. 632. Photometer X. 273. Thermoſkop X. 544. Erregung der Wärme im luftleeren Raume X. 633. Verſuche über die Erkältung oder Erwärmung der Körper in verſchiedenen Mitteln von gleicher Temperatur X. 637. Verſuche über das Ausſtrahlen der Wärme X. 649. 661. Verſuche über das

Wärmeleitungsvermögen der Körper X. 682. Beſtimmung der Wärmemenge, welche beym Verbrennen verbrennlicher Körper entbunden wird X. 711. 718.

S.

Sabine's Neigungscompaß nebſt den damit angeſtellten Verſuchen X. 172.
Säuren X. 360. einfache und zuſammengeſetzte X. 360.
Salmiak X. 364.
Salze X. 364.
Salzſäure X. 371. über die Natur derſelben haben ſich die Chemiker in zwey Theile getheilt X. 372.
Salzſäure, dephlogiſtiſirte X. 377. einige Chemiker halten ſie für einen einfachen Stoff; nach andern iſt ſie zuſammengeſetzt aus Salzſäure und Sauerſtoff X. 377.
Sauerſtoff X. 383. nach neuern Unterſuchungen finden bey einem und demſelben Körper mehrere Oxydationsſtuffen Statt X. 384.
Saunders's Erfahrung, daß ſich die Boraxſäure in der Natur in feſter Geſtalt vorfinde VIII. 357.
Savart's lehrreiche Verſuche über die Schwingungen der verſchiedenen Töne X. 549.
Schall X. 386.
Schatten, blauer X. 408.
Scheppard's Verſuche mit Johanniskäfer IX. 698.
Schießpulver X. 410.
Schlag, elektriſcher X. 419.
Schmelzen X. 419.
Schmidt's Wiederholung Volta's galvaniſcher Fundamentalverſuche IX. 225. Unterſuchungen über die Höhe des Luftkreiſes IX. 799. einfachere Einrichtung der aſtatiſchen Magnetnadel von Ampére IX. 887. Bemerkung einer größern Wirkung des elektriſchen Stroms auf die Magnetnadel, als die Spannung IX. 914. Verſuche zur Erläuterung der verborgenen Vertheilung des Magnetismus im Schließungsdrahte IX. 958. Verſuche durch Maſchieneneléktricität die von Ampére entdeckten Anziehungen und Abſtoßungen galvaniſch-elektriſcher Ströme zu Stande zu bringen IX. 1018. Anführung mehrerer Verſuche, die mit Ampére's Theorie des Elektro-Magnetismus nicht vereinbar zu ſeyn ſcheinen IX. 1047. Theorie des Elektro-Magnetismus IX. 1073. Prüfung der Mayer'ſchen Methode, die Neigung der Magnetnadel ſo genau als möglich zu beſtimmen X. 169.
Schön's meteorologiſche Beobachtungen X. 80.
Schöpwald's Beobachtung einer Lichterſcheinung bey der Kryſtalliſation des vitrioliſirten Weinſteins X. 255.
Schrader's bemerkte Einwirkung der großen Kraft auf die Magnetnadel durch den galvaniſchen Multiplikator IX. 931.
Schrank's Bemerkungen über die blaue Farbe des Himmels X. 408.
Schubart's Anführung der Gründe über die große Elektricität der Kometenbahnen IX. 520. Vermuthung über die phyſiſche Beſchaffenheit des Mondes X. 132.
Schüebler's Verſuche über den Einfluß der Elektricität auf das Blut VIII. 345. Verſuche mit der Dammerde VIII. 436. Verſuche über

die atmosphäriſche Elektricität IX. 760. Prüfung de Luc's trockener Säule als Luftelektrometer IX. 795.
Schulze=Mortanus's Vorrichtung zu Polariſationsverſuchen X. 294.
Schwefel X. 423.
Schwefelſäure X. 428.
Schwefelſäure, flüchtige X. 434.
Schwefeloxydul, Unterſchwefelſäure X. 436.
Schweigger's Behauptung, daß keine Kryſtalliſation ohne Berührung mit einem feſten Körper ſtatt findet IX. 360. Bemerkung über die Zündbarkeit des Platinſchwammes IX. 608. Anſicht über Davy's Flammenſieb bey der Sicherheitslampe X. 641. Anzeige, daß ein einfacher Elektromotor hinreichend ſey, die elektro=magnetiſchen Erſcheinungen in einem hohen Grade zu zeigen IX. 913. Entdeckung des galvaniſchen Multiplikators IX. 926. X. 143. Einwendungen gegen Oerſtedt's Theorie des Elektro=Magnetismus IX. 1027. Erinnerungen gegen Ruhland's Hypotheſe von der Entſtehung der Aerolithen X. 101. Vorrichtung zu Polariſationsverſuchen X. 294.
Schwere, ſpecifiſche X. 437.
Schwererde, Baryterde X. 445.
Scoresby's Verſuche über den Magnetismus der Eiſenſtäbe IX. 824. Magnetometer X. 47.
Seebeck's Entdeckung farbiger Bilder durch Brechung und Spiegelung VIII. 702. Verſuche über die Wirkung des Lichtes, welches durch farbige Gläſer auf Körper fällt IX. 718. Verſuche mit dem galvaniſchen Multiplikator IX. 938. vermeinte Wahrnehmung einer chemiſchen Einwirkung auf den Magnetismus IX. 941. erſte Bemerkung der Einwirkung des Leitungsdrahtes auf die Magnetnadel in großen Entfernungen IX. 947. Verſuche über die Annahme des Magnetismus eines verbindenden Drahtes IX. 951. Wiederholung von Ampére's Verſuch, die richtende Kraft der Erde in einer frey ſchwebenden galvaniſchen Kette darzuſtellen IX. 978. Verſuche, aus welchen es erhellet, daß die bloße Maſchinenelektricität in ihrem ununterbrochenen Strome den Magnetismus in Stahlnadeln hervorzurufen nicht vermögend iſt IX. 1005. Verſuche, durch elektriſche Schläge den Magnetismus in Stahlnadeln hervorzurufen IX. 1016. Theorie des Elektro=Magnetismus IX. 1061. Entdeckung des Thermo=Magnetismus X. 1. Verſuche über die Wirkung der Beleuchtung in allen Funktionen des Lichtes X. 665. neuere Verſuche über denſelben Gegenſtand X. 672.
Seguin's Unterſuchungen über die Beſtandtheile des Alvans und ſeine Reinigung VIII. 95.
Selen, Selenium X. 446.
Sertürner's Entdeckung der Mohnſäure X. 130. reine Darſtellung des Morphium X. 141.
Sharpe's Unterſuchungen über die Dichtigkeit des Waſſerdampfes bey zunehmender Temperatur VIII. 425.
Shulten's Unterſuchungen über die Strömungen in der Oſtſee X. 62.
Sicherheitslampe IX. 141.
Sieden X. 448.
Silicium X. 456.
Simon's Verſuche zur wahren Beſtimmung des Geſetzes, welche bey elektriſchen Repulſionen Statt findet VIII. 517.

Singer's Verſuche zur Conſtruction der wirkſamſten galvaniſchen Säule VIII. 233.
Smitſon's Verſuche über das Ulmin X. 565.
Soldner's Geſetz der Expanſivkraft des Waſſerdampfes aus Dalton's Reſultaten ſeiner Verſuche abgeleitet VIII. 421.
Sonnenmikroſkop X. 452.
Southern's Gedanken über die Beſtändigkeit des zum Flüſſigwerden nöthigen Wärmeſtoffs X. 717.
Spallanzani's neuere Verſuche über das Athmen VIII. 109.
Stadion's Entdeckung der überoxydirten Salzſäure X. 375.
Steinhäuſer's Vorſtellung unſerer Erde VIII. 615.
Steininger's Meinung über die Entſtehung des Baſalts X. 629.
Sternſchnuppen X. 453.
Stickſtoff X. 455. es iſt bis jetzt noch nicht entſchieden, ob dieſer Stoff einfach, oder zuſammengeſetzt iſt X. 458. mit Chlor und Jod verbindet er ſich zu äußerſt furchtbaren Zuſammenſetzungen X. 459.
Stöchiometrie X. 461.
Stolze's Bereitung des Holzeſſigs nebſt einigen damit angeſtellten Verſuchen IX. 400.
v. Strombeck's Einwendungen gegen Breislack's aufgeſtellte Theorie über die Entſtehung der Vulkane X. 618.
Stromeyer's Entdeckung des Kadmiums IX. 456. wiederholter Verſuch zur Gewinnung des Siliciums IX. 497.
Strontium X. 495.
Struve's vorläufige Beobachtungen am Fixſternhimmel X. 159.

T.

Tantalum X. 495.
Teleologie X. 496.
Tellurium X. 498.
Tennant's doppelter Deſtillirapparat VIII. 445. erſte Darſtellung des Osmium X. 199.
Thau X. 499.
Thenard's Beſtimmung über die Zuſammenſetzung des gasförmigen Kohlenſtoffoxyds IX. 285. Meinung über die Zuſammenſetzung des Kamphers IX. 494. Verſuche über das Ammonium IX. 652. beobachtete Einwirkung des Lichtes auf Hervorrufung chemiſcher Verwandtſchaften IX. 717. Eintheilung der Metalle in ſechs Claſſen X. 75. Entdeckung des Kaliums und Natriums auf dem gewöhnlichen chemiſchen Wege X. 77. Unterſuchungen über Miasmen X. 112. Beſtandtheile der Milchzuckerſäure X. 124. entdeckte Oxydationsſtuffen des Kaliums und Natriums X. 153. Entdeckung eines Superoxyds des Nickels X. 184. Apparat zur Analyſe vegetabiliſcher und animaliſcher Subſtanzen X. 212. neuere Verſuche mit dem Phosphor X. 270. Verſuche über Phosphorſäure X. 272. Meinung über die dephlogiſtiſirte Salzſäure X. 377. Bemerkung, daß Davy in Anſehung der Zuſammenſetzung des Schwefels ſich geirrt habe X. 423. Verfahren, aus dem Schwefel die größte Menge Vitriolöl zu gewinnen X. 431. Entdeckung einer Oxydationsſtuffe der Baryterde X. 446. Behauptung, daß der Stickſtoff ein einfacher Stoff ſey X. 457. zweckmäßiger Apparat zur genauen Zerlegung des Waſſers

X. 744. oxygenirtes Waſſer X. 755. Beſtandtheile der Weinſtein⸗ ſäure X. 769.
Thermometer X. 523. bemerkte Veränderung des Nullpunktes am Queckſilberthermometer X. 527. verſchiedene Beſtimmungen des ab⸗ ſoluten Nullpunktes X. 536.
Thienemann's Beobachtungen der Nordlichter X. 191. Meinung, daß die Nordlichter elektriſchen Urſprungs ſind X. 197.
Thieri's Erfahrung in der mediciniſchen Elektricität VIII. 563.
Thomſon's Einwürfe gegen Dalton's Auflöſungstheorie VIII. 142. Verſuche über Kryſtalliſationen IX. 557. Entdeckung über die Ver⸗ bindung des Schwefels mit Chlor X. 427. Verſuche mit dem Ulmin X. 565.
Tiſſier's Meinung über die Natur des Lichtes und der Wärme X. 735. Meinung von dem Weſen des Lichtes X. 742.
Titan X. 545.
Ton X. 546.
Tralles's Einwürfe gegen Dalton's Hypotheſe über die gemiſch⸗ ten Gasarten VIII. 153. Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichtes des Queckſilbers IX. 752.
Trechſel's Bemerkungen über die Blitzableiter VIII. 337.
Tremery's Erklärung einer elektriſchen Erſcheinung nach der Frank⸗ linſchen Theorie VIII. 545.
Trewithick's Verbeſſerungen an Dampfmaſchinen VIII. 441.
Tromsdorf's Verſuche mit der Benzoeſäure VIII. 302. Verſuche über Phosphorwaſſerſtoffgas im Marimo IX. 295.
Turmalin X. 564.

U.

Ulmin X. 565. Eigenſchaften deſſelben X. 366.
Ure's Verzeichniß von herabgefallenen Meteormaſſen X. 84. Mei⸗ nung über die Natur der Miasmen X. 113. Verfahren, die Grund⸗ beſtandtheile der Pflanzen ſo viel möglich genau zu gewinnen X. 213. Verſuche, das Verhältniß zwiſchen dem ſpecifiſchen Gewicht eines verdünnten Vitriolöls und der Stärke ſeiner Säure zu finden X. 432. Meinung, daß der Stickſtoff nicht einfach, ſondern zuſammen⸗ geſetzt ſey X. 458. Meinung, daß das Queckſilberthermometer ein richtiges Meßinſtrument der Zunahmen fühlbarer Wärme ſey X. 525. Grundſatz der Verbrennung X. 582. Verſuche über die Wärmelei⸗ tungsfähigkeit der verſchiedenen Körper X. 675. Verſuche, die Aus⸗ dehnung der feſten Körper zu meſſen X. 685.
Uranium X. 567.

V.

Vauquelin's Verſuche über die rothfärbende Subſtanz des Blutes VIII. 355. Verſuche zur Beſtätigung der metalliſchen Subſtanz des Ceretiums VIII. 394. Entdeckung der Chinaſäure VIII. 397. Ent⸗ deckung des Chroms VIII. 403. leichtes Verfahren, das Iridium aus dem rohen Platin abzuſcheiden IX. 454. Entdeckung des Os⸗ mium X. 199. Entdeckung des Platins in Silbererzen in Spanien X. 280.

Ventilator X. 568.
Venturi's Meinung über die Entſtehung der Nebenmonde X. 163.
Verbrennen X. 571. es iſt dazu die Gegenwart des Sauerſtoffs nicht nothwendig, wie man ſonſt glaubte X. 572.
Verwandtſchaft X. 582.
Veſta X. 611.
Vieth's aeroſtatiſche Oellampe IX. 628.
Vitalis's einfaches Verfahren, den Dianenbaum zu bereiten VIII. 453.
Voigt's Wahrnehmung galvaniſcher Funken IX. 126.
Voigt's erſte Behauptung, daß der Baſalt vulkaniſchen Urſprungs ſey X. 625.
Vogel's Beobachtung in der Einwirkung des Sonnenlichtes auf Körper hinter gefärbten Gläſern IX. 719. beobachtete ſtarke Kraft der Mohnſäure auf Eiſenauflöſungen X. 132. Beobachtungen über die Wirkungen des Sonnenlichtes auf dem Phosphor X. 268. nähere Unterſuchungen über die weißen Dämpfe des ſächſiſchen Vitriolöls X. 428. Verſuche mit Zinkblumen X. 820.
Volta's Verſuche, nach welchen durch die Berührung der Körper gegenſeitige Elektricität bewirket wird VIII. 591. erſte Bemerkung der galvaniſchen Elektricität auf das Geſicht IX. 124. bemerkte örtliche periodiſche Wiederkehr gleicher Gewitter IX. 319. Vorſtellung über die Entſtehung des Hagels IX. 358.
Vulkane X. 612.
Vulkaniſche Produkte X. 624.

W.

Wärme X. 633. kann im luftleeren Raume erreget werden X. 634. entwickelt ſich durch Benetzung der Körper X. 635. neuere Verſuche zur Auffindung der Geſetze der Erkältung und Erwärmung in verſchiedenen Mitteln X. 637. Ausſtrahlung muß von dem Fortführen der Wärme in Mitteln unterſchieden werden X. 640. Geſetz der Erkältung der Körper im leeren Raume, der von einem Mittel von beſtändiger Temperatur umgeben iſt X. 643. Geſetz der Erkältung der Körper in einer Gasart X. 645. Metalle ſtrahlen Wärme in einem weit geringern Grade aus, als andere Körper X. 650. Körper, welche ein vorzügliches Vermögen beſitzen, Wärme auszuſtrahlen, werfen dieſelbe im geringen Maaße zurück, und umgekehrt X. 655.
Wärme, ſpecifiſche X. 699. der tropfbar flüſſigen Körper X. 710.
Wärme, thieriſche X. 719.
Wärmeerreger, Calorimotor X. 723.
Waſſer X. 730. es läßt ſich zuſammendrücken X. 733. Durch ſchnelles Zuſammendrücken entwickeln alle Flüſſigkeiten ein lebhaftes Licht X. 741. genaue Unterſuchung über die Beſtandtheile des Waſſers X. 742. Zerlegung des Waſſers durch die gewöhnliche Elektricität X. 743.
Waſſerhoſe X. 749. Grund der Entſtehung derſelben X. 752.
Waſſerſtoff X. 754. iſt ein einfacher Stoff X. 754. Verbindungen des Waſſerſtoffs mit andern Stoffen X. 754. läßt ſich mit doppelt ſo viel Sauerſtoff, als im Waſſer, verbinden X. 755. macht mit einigen Körpern verbunden eine eigene Säure X. 763.

Waſſerſtoff-Superoxyd X. 756.
Watt's Unterſuchungen über die ſpecifiſche Wärme der tropfbar flüſſigen Körper X. 711.
Weber's, Joſ., Theorie des Galvanismus IX. 244. Elektricitätsweiſer VIII. 572. Elektrophor, doppelter VIII. 592.
Weber's, Hein. u. Willh., Wellenlehre auf Verſuche gegründet X. 770.
Weickart's Camera lucida X. 819.
Weingeiſt X. 764.
Weinſteinſäure X. 768.
Weiß's Anſichten über das Entſtehen der Kryſtallformen IX. 585.
Wellen X. 769.
Wells's Beobachtungen über die Kurz- und Weitſichtigkeit VIII. 138. über das Entſtehen des Thaues X. 499. 663.
Welter's Geſetz von der ſpecifiſchen Wärme X. 484.
Weltſyſtem X. 777.
Wetterleuchten X. 780.
Wilkinſon's großer galvaniſcher Apparat zur Beantwortung der Frage: wie nimmt die Kraft der galvaniſchen Säule, Metalle zu verbrennen, mit der Menge und Größe der Platten zu? VIII. 229. beſondere Einrichtung eines vortheilhaften Trogapparats VIII. 240. Galvanoſkop IX. 246.
Wilſon's Condenſator der Elektricität VIII. 414. Verſuche, aus welchen erhellet, welche iſolirte Körper an einander gerieben die poſitive oder negative Elektricität erhalten VIII. 481. Verſuche über die Elektricität, welche geſchabte oder abgeſchnittene Holzſpänchen geben VIII. 485. Gasbeleuchtung IX. 303.
Wind X. 782.
Winkler's Tabelle aller bisherigen Reſultate über die Ausdehnung des Queckſilbers durch die Wärme VIII. 179.
Wismuth X. 788.
Wolken X. 789. Locker- oder Federwolken, Haufenwolken, Schichtwolken, und aus denſelben mehrere Modifikationen X. 789. Wandwolke von v. Göthe X. 812.
Wollaſton's abgekürztes Barometer VIII. 194. einfacher und kleinſter galvaniſcher Apparat, den Platindraht zum Glühen zu bringen VIII. 248. X. 61. Unterſuchungen der brechenden Kräfte der undurchſichtigen Körper VIII. 369. Chryophorus VIII. 404. Beweis, daß das Columbium mit dem Tantalum identiſch iſt VIII. 412. Bemerkungen über das Farbenbild VIII. 663. allgemeine Unterſuchung über Farbenzerſtreuung IX. 11. Bemerkungen über Luftſpiegelung IX. 311. Bemerkungen gegen Hauy's Goniometer IX. 326. atomiſtiſche Anſichten IX. 346. Verſuche über die ungewöhnliche Brechung des Lichtes im isländiſchen Kryſtall IX. 534. Meinung über das Schwarzwerden des Hornſilbers im Sonnenlichte IX. 720. Mikrometer X. 114. Entdeckung des Palladium X. 202. Kunſtgriffe, den feinſten Platindraht zu verfertigen X. 281. Erfindung der Aequivalentſkale X. 480. Angabe des ſpecifiſchen Gewichtes des Tantalum X. 496. Aethrioſkop X. 663. Zerlegung des Waſſers mittelſt der gewöhnlichen Elektricität X. 743. Camera lucida X. 817.
Wolff's Bemerkungen über das Windbüchſenlicht VIII. 534.
Woodhouſe's Meinung über den Erſatz des Sauerſtoffgaſes, welches durch mehrere Prozeſſe der Atmosphäre entzogen wird IX. 268.

Woolf's Verbeſſerungen der Dampfmaſchine VIII. 442.
Woulff's pnevmatiſch-chemiſcher Apparat X. 286.
Wrede's Gegenbemerkungen von Ermann's vermeinter Urſache der Entzündung im pnevmatiſchen Feuerzeuge IX. 67. Einrichtung des Stoßhebers IX. 371.
Wurm's Gedanken über die vermeinte Anordnung der Planetenabſtände X. 779.
Wuttig's neue Einrichtung eines Ventilators X. 568.

Y.

v. Yelin's Bemerkungen über die Beobachtungen der Luftelektricität mit der trockenen galvaniſchen Säule nebſt einer dazu eingerichteten Oscillationstabelle IX. 798. Ideen über Magnetismus und Elektricität, als identiſche Urkräfte IX. 869. Bemerkung, daß eine Säule von mehreren Plattenpaaren auf die Magnetnadel nicht beträchtlicher wirke, als von wenigern IX. 913. Bemerkung, daß die Länge des Leitungsdrahtes die Wirkung auf den Magnet nicht vermindere IX. 917. Verſuche, mit der Maſchinenelektricität Wirkungen auf die Magnetnadel hervorzubringen IX. 1004. dergleichen Verſuche mit verſtärkten Funken IX. 1007. Entdeckung des Thermo-Magnetismus X. 7. Verſuche, magnemotoriſche Wirkungen durch flüſſige Säuren, Baſen und Salzen mit Hülfe einfacher metalliſcher Leiter hervorzubringen X. 31. merkwürdige Erſcheinung bey dieſen Verſuchen X. 46. Elektro-Magnetoſkop X. 48. Verſuche mit mehreren Barometern zur Wahrnehmung der Veränderung des Nullpunktes X. 534,
Young's Verſuche über die Beugung des Lichtes VIII. 313. Verſuche über die Farbenſtreifen, die mit Schatten verſehen ſind VIII. 660. Vorrichtung die Farben dünner Flächen mittelſt des Sonnenmikroſkops darzuſtellen VIII. 671. Undulationstheorie des Lichtes IX. 742. Princip der Interferenz X. 335.
Yttererde X. 813.
Yttrium X. 814.

Z.

Zambeccari's Gedanken, den Aeroſtat zu regieren VIII. 88.
Zamboni's trockene galvaniſche Säule VIII. 258. Vorſchriften, derſelben die möglichſt ſtärkſte elektriſche Wirkung zu geben VIII. 278. iſt aus zwey zwey-elementigen Säulen zuſammengeſetzt IX. 238.
Zeit X. 815. iſt die reine Form der innern Anſchauung X. 816.
Zimmer, verfinſtertes X. 817.
verbeſſerte Wollaſton's Camera lucida von Lüdicke X. 817.
Camera lucida von Weickert X. 819.
von Sömmering X. 819.
Zink X. 819.
Zinn X. 821.
Zirkonerde X. 822. Eigenſchaften der reinen Zirkonerde X. 823.
Zitterfiſche X. 824.
Zurückwerfung der Lichtſtrahlen X. 832.
van Zuylen van Nyevelt's Verſuche über den Thermo-Magnetismus X. 13.

B. Lateiniſches Regiſter.

A.

Acidum chinicum, Chinaſäure VIII. 397.
Acidum meconicum, Mohnſäure, Meconſäure, Opiumſäure X. 130.
Acidum phosphoricum, phosphorichte Säure X. 272.
Acidum pyro-lignosum, Holzſäure IX. 398.
Acidum subphulphuricum, Schwefeloxydul, Unterſchwefelſäure X. 436.
Aërolithae, Meteorſteine, Meteormaſſen X. 83.

C.

Calorimotor, galvaniſches Feuerzeug, Wärmeerreger IX. 61. X. 723.
Chromascopium, Chromaſkop VIII. 397.
Chromium, Chromium VIII. 403.
Chryophorus, Chryophorus VIII. 404.
Cyanogenium, Blauſtoff VIII. 319.

F.

Fluoricum, Fluor, Fluorin IX. 121.

G.

Goniometrum, Goniometer IX. 323.

I.

Intuitus, Anſchauung VIII. 97.
Jodium, Jod, Jode, Jodine IX. 449.
Iridium, Iridium IX. 452.

K.

Kadmium, Kadmium IX. 456.
Kalium, Kalium IX. 488.

L.

Lithion, Lithion IX. 746.

M.

Electro-Magnetismus, Elektromagnetismus IX. 867.
Thermo-Magnetismus, Thermo-Magnetismus X. 1.

Electro-Magnoscopium, Elektro=Magnoſkop X. 48.
Megascopium, Megaſkop X. 71.
Mercurius fulminans, Knallqueckſilber IX. 509.
Miasmata, Miasmen X. 112.
Morphium, Morphin, Morphium X. 141.
Multiplicator electro-magneticus, elektriſcher Multiplikator X. 143.

O.

Osmium, Osmium X. 149.
Oxydatio, Oxydation X. 201.
Oxyda, Oxyde X. 202.
Oxygenatio, Oxygenation X. 202.

P.

Palladium, Palladium X. 202.
Polarisatio luminis, Polariſation des Lichtes X. 291.
Potassium, Potaſſium IX. 488.

R.

Rhodium, Rhodium X. 359.

S.

Scintilla galvanica, galvaniſcher Funke IX. 12.
Selenium, Selen X. 446.
Silicium, Silicium X. 451.

U.

Urea, ureum, Harnſtoff IX. 369.

C. Franzöſiſches Regiſter.

A.

Acide kinique, Chinaſäure VIII. 397.
Acide hypo-sulfurique, Schwefeloxydul, Unterſchwefelſäure X. 436.
Acide phosphoreux, phosphorichte Säure X. 272.
Acide pyro-ligneux, Holzſäure IX. 398.
Aèrolithes, Meteorſteine, Meteormaſſen X. 83.

B.

Biquet pnevmatique, pnevmatiſches Feuerzeug IX. 62.
Belier hydraulique, Stoßheber IX. 370.

C.

Chromascope, Chromaſkop VIII. 397.
Chrome, Chromium VIII. 403.
Cyanogéne, Blauſtoff VIII. 319.

E.

Étincelle galvanique, galvaniſcher Funke IX. 124.

F.

Fluorine, Fluor, Flumin IX. 121.
Fulgurit, Blitzröhren VIII. 340.

G.

Goniométre, Goniometer IX. 323.

H.

Hydrate, Hydrat IX. 401.

I.

Jode, Jod, Jode, Jodine IX. 449.
Iridium, Iridium IX. 452.

K.

Kadmium, Kadmium IX. 456.
Kalium, Kalium IX. 488.

L.

Lithion, Lithion IX. 746.

M.

Electro-Magnetisme IX. 867.
Thermo-Magnetisme X. 1.
Electro-Magnetoscope X. 48.
Megascope, Megaſkop X. 71.
Mercure fulminant, Knallqueckſilber IX. 509.
Morphine, Morphin X. 141.
Multiplicateur, Kaleudoſkop IX. 458.
Multiplicateur, electro-magnetique, elektriſcher Multipli-
kator X. 143.

O.

Osmium, Osmium X. 199.
Oxydation, Oxydation X. 201.
Oxydes, Oxyde X. 202.
Oxygenation, Oxygenation X. 202.

P.

Palladium, Palladium X. 202.
Polarisation de la lumière, Polariſation des Lichtes X. 291.
Potassium, Potaſſium IX. 488.

R.

Rhodium, Rhodium X. 359.

S.

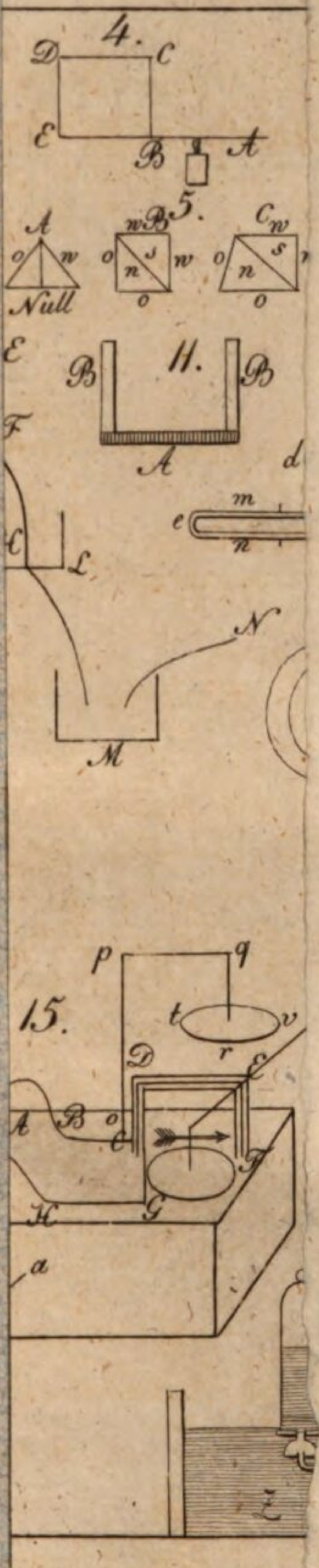
Seléne, Selen X. 446.
Silicium, Silicium X. 451.

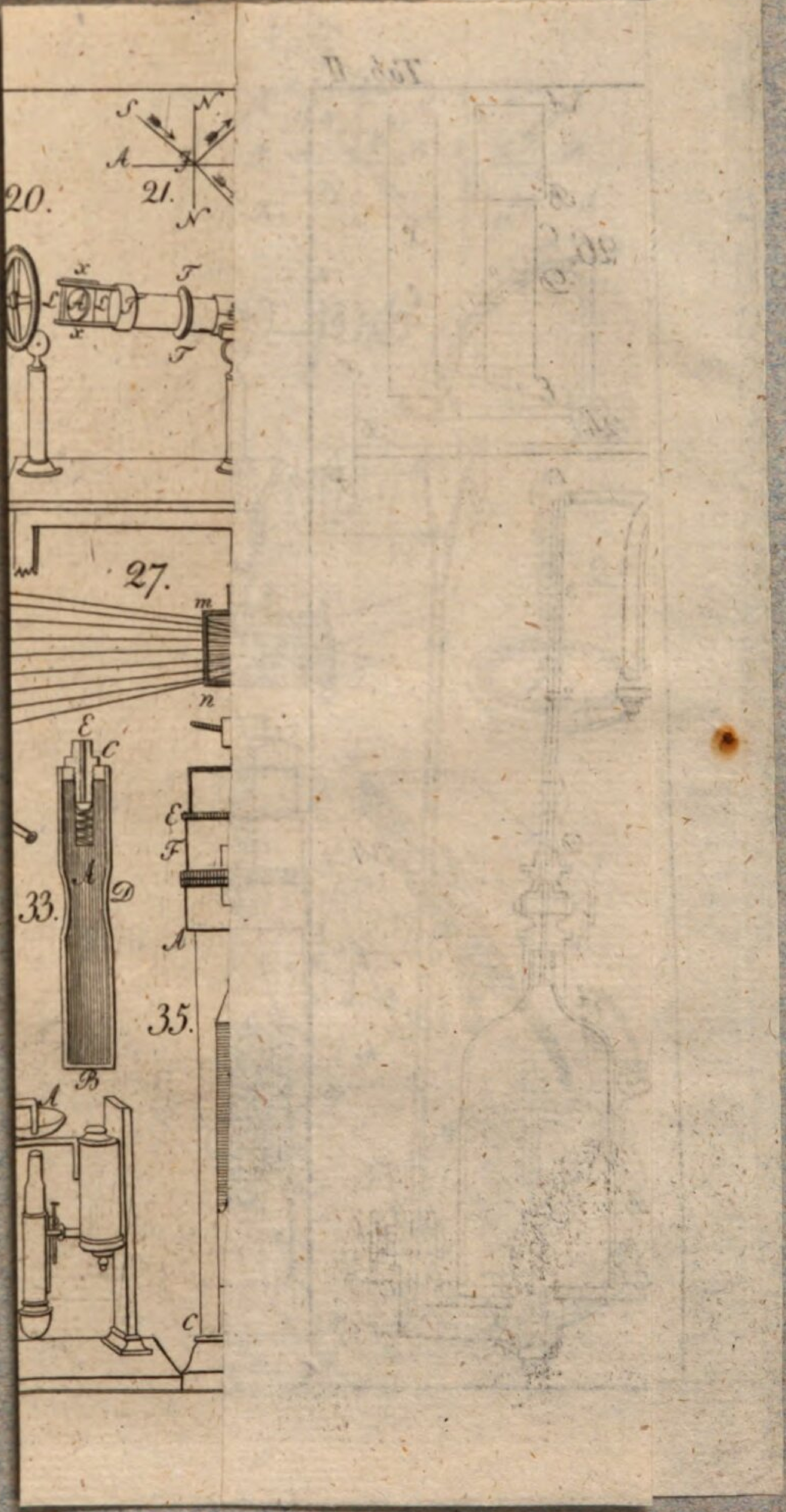
T.

Transfigirateur, Schönheitsgucker IX. 485.

U.

Urée, Harnſtoff IX. 360.


4.
D
C
E
B
A
5.
A
o
w
Null
w B
s
n
o
C w
s
n
11.
E
B
B
A
F
C
L
d
m
e
n
N
M
p
q
15.
t
v
r
D
E
A
B
o
C
F
G
H
a
Z


20.
21.
27.
33.
35.

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Fischer, Johann Carl,

Physikalisches Wörterbuch oder Erklärung der vornehmsten zur Physik gehö rigen Begriffe und Kunstwörter so wohl nach atomistischer als auch nach dynamischer Lehrart betrachtet mit kurzen beygefügten Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen und Beschreibungen der Werkzeuge in
Bd.: 10

Göttingen 1827

Augsburg, Staats- und Stadtbibliothek -- Phys 330 -10
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11274680-0
VD18 90034554-001